

10.02.00
PCT/JP00/00754

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 25 FEB 2000

WIPO PCT

EU

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 9月 8日

出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第254880号

出 願 人
Applicant (s):

ソニー株式会社

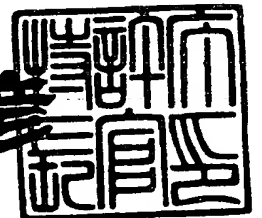
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年12月10日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3085772

特平 1 1 - 2 5 4 8 8 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 9900640008

【提出日】 平成11年 9月 8日

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 G05B 11/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号ソニー株式会社内

 【氏名】 服部 裕一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号ソニー株式会社内

 【氏名】 黒木 義博

【発明者】

 【住所又は居所】 ~~東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号ソニー株式会社内~~

 【氏名】 石田 健蔵

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

 【代表者】 出井 伸之

【代理人】

 【識別番号】 100082740

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 田辺 恵基

【先の出願に基づく優先権主張】

 【出願番号】 平成11年特許願第 33385号

 【出願日】 平成11年 2月10日

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 048253

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709125

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 関節機構の制御装置及び方法、関節装置、並びにロボット装置及びその制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

駆動電流に応じた大きさの回転トルクを生成するアクチュエータを有し、第 1 のリンクを所定軸回りに回転自在に第 2 のリンクに連結すると共に、上記アクチュエータからその出力軸を介して出力される上記回転トルクに基づいて上記第 1 のリンクを上記所定軸回りに回転させる関節機構の制御装置において、

上記アクチュエータの上記駆動電流の電流値を検出する電流検出手段と、

上記電流検出手段により検出された上記電流値に基づいて、上記アクチュエータの上記出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する外力トルク検出手段と

を具えることを特徴とする関節機構の制御装置。

【請求項 2】

上記外力トルク検出手段の検出結果に基づいて、上記アクチュエータの上記出力軸に与えられる上記外力によるトルクがなくなるように、上記アクチュエータを制御する制御手段を具える

ことを特徴とする請求項 1 に記載の関節機構の制御装置。

【請求項 3】

上記アクチュエータは、

供給される上記駆動電流に応じた上記回転トルクを生成するモータ部と、

上記モータ部において発生した上記回転トルクを増幅して上記出力軸に伝達するトルク増幅部と、

外部から与えられる制御情報に基づく大きさの上記駆動電流を上記モータ部に与えるようにして上記モータ部を制御するモータ制御手段とを具え、

上記モータ制御手段が上記モータ部内に設けられた

ことを特徴とする請求項 1 に記載の関節機構の制御装置。

【請求項 4】

駆動電流に応じた大きさの回転トルクを生成するアクチュエータを有し、第 1 のリンクを所定軸回りに回転自在に第 2 のリンクに連結すると共に、上記アクチュエータからその出力軸を介して出力される上記回転トルクに基づいて上記第 1 のリンクを上記所定軸回りに回転させる関節機構の制御方法において、

上記アクチュエータの上記駆動電流の電流値を検出する第 1 のステップと、

検出した上記電流値に基づいて、上記アクチュエータの上記出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する第 2 のステップと

を具えることを特徴とする関節機構の制御方法。

【請求項 5】

上記第 2 のステップの検出結果に基づいて、上記アクチュエータの上記出力軸に与えられる上記外力によるトルクがなくなるように、上記アクチュエータを制御する第 3 のステップを具える

ことを特徴とする請求項 4 に記載の関節機構の制御方法。

【請求項 6】

駆動電流に応じた大きさの回転トルクを生成するアクチュエータを有し、第 1 の構成部を所定軸回りに回転自在に第 2 の構成部に連結すると共に、上記アクチュエータからその出力軸を介して出力される上記回転トルクに基づいて上記第 1 の構成部を上記所定軸回りに回転させる関節機構を有するロボット装置において

上記アクチュエータの上記駆動電流の電流値を検出する電流検出手段と、

上記電流検出手段により検出された上記電流値に基づいて、上記アクチュエータの上記出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する外力トルク検出手段と

を具えることを特徴とするロボット装置。

【請求項 7】

上記外力トルク検出手段の検出結果に基づいて、上記アクチュエータの上記出力軸に与えられる上記外力によるトルクがなくなるように、上記アクチュエータを制御する制御手段

を具えることを特徴とする請求項 6 に記載のロボット装置。

【請求項 8】

上記アクチュエータは、
供給される上記駆動電流に応じた上記回転トルクを発生するモータ部と、
上記モータ部において発生した上記回転トルクを増幅して上記出力軸に伝達するトルク増幅部と、
外部から与えられる制御情報に基づく大きさの上記駆動電流を上記モータ部に与えるようにして上記モータ部を制御するモータ制御手段とを具え、
上記モータ制御手段が上記モータ部内に設けられた
ことを特徴とする請求項 6 に記載のロボット装置。

【請求項 9】

駆動電流に応じた大きさの回転トルクを発生するアクチュエータを有し、第 1 の構成部を所定軸回りに回転自在に第 2 の構成部に連結すると共に、上記アクチュエータからその出力軸を介して出力される上記回転トルクに基づいて上記第 1 の構成部を上記所定軸回りに回転させる関節機構を有するロボット装置の制御方法において、

上記アクチュエータの上記駆動電流の電流値を検出する第 1 のステップと、
検出した上記電流値に基づいて、上記アクチュエータの上記出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する第 2 のステップと
を具えることを特徴とするロボット装置の制御方法。

【請求項 10】

上記第 2 のステップの検出結果に基づいて、上記アクチュエータの上記出力軸に与えられる上記外力によるトルクがなくなるように、上記アクチュエータを制御する第 3 のステップを具える
ことを特徴とする請求項 10 に記載のロボット装置の制御方法。

【請求項 11】

それぞれ大腿部に膝関節機構を介して下腿部が連結されると共に当該下腿部に足首関節機構を介して足部が連結されてなる一対の脚部ユニットを有し、各上記脚部ユニットの足部を順次交互に歩行路面に接地させながら各上記脚部ユニット

をそれぞれ所定パターンで駆動するようにして歩行動作を行うようになされたロボット装置において、

上記足首関節機構に設けられ、上記足部を所定軸回りに回転駆動するための駆動電流に応じた大きさの回転トルクを生成するアクチュエータと、

上記アクチュエータの上記駆動電流の電流値を検出する電流検出手段と、

上記電流検出手段により検出された上記電流値に基づいて、上記アクチュエータの上記出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する外力トルク検出手段と、

上記外力トルク検出手段の検出結果に基づいて、上記アクチュエータの上記出力軸に与えられる上記外力によるトルクがなくなるように、上記アクチュエータを制御する制御手段と

を具えることを特徴とするロボット装置。

【請求項 12】

上記アクチュエータは、

供給される上記駆動電流に応じた上記回転トルクを発生するモータ部と、

上記モータ部において発生した上記回転トルクを増幅して上記出力軸に伝達するトルク増幅部と、

外部から与えられる制御情報に基づく大きさの上記駆動電流を上記モータ部に与えるようにして上記モータ部を制御するモータ制御手段とを具え、

上記モータ制御手段が上記モータ部内に設けられた

ことを特徴とする請求項 11 に記載のロボット装置。

【請求項 13】

それぞれ大腿部に膝関節機構を介して下腿部が連結されると共に当該下腿部に足首関節機構を介して足部が連結されてなる一対の脚部ユニットを有し、各上記脚部ユニットの足部を順次交互に歩行路面に接地させながら各上記脚部ユニットをそれぞれ所定パターンで駆動するようにして歩行動作を行うようになされたロボット装置の制御方法において、

上記足首関節機構に設けられ、上記足部を所定軸回りに回転駆動するための駆動電流に応じた大きさの回転トルクを生成するアクチュエータに供給される上記

駆動電流の電流値を検出する第 1 のステップと、

検出された上記電流値に基づいて、上記アクチュエータの上記出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する第 2 のステップと、

上記第 2 のステップの検出結果に基づいて、上記アクチュエータの上記出力軸に与えられる上記外力によるトルクがなくなるように、上記アクチュエータを制御する第 3 のステップと

を具えることを特徴とするロボット装置の制御方法。

【請求項 1 4】

第 1 のリンクを所定軸回りに回転自在に第 2 のリンクに連結する関節装置において、

上記第 1 のリンクを上記所定軸回りに回転駆動するための回転トルクを生成するアクチュエータを有し、

上記アクチュエータは、

上記回転トルクを生成するモータ部と、

上記モータ部を駆動制御するモータ制御手段とを具え、

上記モータ制御手段が上記モータ部内に設けられた

ことを特徴とする関節装置。

【請求項 1 5】

上記モータ部から出力される上記回転トルクを増幅するトルク増幅手段を具え

上記モータ部及び上記トルク増幅手段が一体化された

ことを特徴とする請求項 1 4 に記載の関節装置。

【請求項 1 6】

第 1 の構成部を所定軸回りに回転自在に第 2 の構成部に連結する関節機構を有するロボット装置において、

上記第 1 の構成部を上記所定軸回りに回転駆動するための回転トルクを生成するアクチュエータを有し、

上記アクチュエータは、

上記回転トルクを生成するモータ部と、

上記モータ部を駆動制御するモータ制御手段とを具え、
上記モータ制御手段が上記モータ部内に設けられた
ことを特徴とするロボット装置。

【請求項 1 7】

上記モータ部から出力される上記回転トルクを増幅するトルク増幅手段を具え

上記モータ部及び上記トルク増幅手段が一体化された
ことを特徴とする請求項 1 6 に記載のロボット装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は関節機構の制御装置及び方法、関節装置、並びにロボット装置及びその制御方法に関し、例えば 2 足歩行型ロボットに適用して好適なものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、2 足歩行型ロボットにおいては、胴体部ユニットに股関節機構を介して一対の脚部ユニットが連結されることにより構成されている。また各脚部ユニットは、大腿部及び下腿部を膝関節機構を介して連結すると共に下腿部に足首関節機構を介して足部が連結されることにより形成されている。

【0 0 0 3】

そしてかかる 2 足歩行型ロボットでは、各関節機構に必要な自由度数分のアクチュエータ（通常は AC (Alternating Current) サーボモータであり、以下においてはモータであるものとする）が組み込まれおり、これら各関節機構の各モータをそれぞれ個別に駆動制御して各脚部ユニットを所定パターンで駆動することによりロボット全体として歩行動作を行い得るようになされている。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

ところでかかる 2 足歩行型ロボットでは、足首関節機構や足部に圧力センサ、傾斜角センサ、加速度センサ及びマイクロスイッチ等の種々のセンサが配設され

ている。そしてかかる2足歩行型ロボットでは、歩行動作時、これらセンサの出力に基づいて足部の裏面が常に歩行路面に倣うように足部の傾きを制御することにより、歩行路面が傾斜や凹凸を有する不整地面であった場合においても安定して歩行動作を行い得るように構築されている。

【0005】

ところが実際にこのようなセンサを足首関節機構や足部に取り付けた場合、当該センサの重量分だけロボット全体の重量が増加すると共に、これらセンサをロボット内部の制御系と電氣的に接続するための配線も必要となってロボット全体としての構成が煩雑となる問題があった。またセンサを取り付けた場合には、ロボット内部の制御系においてセンサ情報をソフトウェア的に処理する必要がある、その分歩行制御が煩雑となる問題があった。

【0006】

また従来の2足歩行型ロボットでは、例えば図23に示すように、ロボット全体の動作制御を司るメイン制御部1が多軸コントローラ2を介して各モータ3（3-1～3-n）と接続され、メイン制御部1から出力される制御指令に基づいて多軸コントローラ2が各モータ3をそれぞれ個別に指定された状態に制御するように構成されている。

【0007】

ところがかかる2足歩行型ロボットでは、多軸コントローラ2及びモータ3を接続するケーブルとして、回転駆動用に3本（U相、V相及びW相）、回転位置センサ用に4本（A相、B相及びZ相）、ABS位置シリアル信号用に1本の合計7本のケーブル4を必要とし、このためロボット全体としての配線量が多いことから構成が煩雑となる問題があった。

【0008】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、構成を簡易化し得る関節機構の制御装置及び方法、関節装置、並びにロボット装置及びその制御方法を提案しようとするものである。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するため本発明においては、関節機構の制御装置において、関節機構を駆動するアクチュエータの駆動電流の電流値を検出する電流検出手段と、電流検出手段により検出された電流値に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する外力トルク検出手段とを設けるようにした。この結果この制御装置では、センサ等を必要とすることなく第1又は第2のリンクに与えられる外力を求めることができる。

【 0 0 1 0 】

また本発明においては、関節機構の制御方法において、関節機構を駆動するアクチュエータの駆動電流の電流値を検出する第1のステップと、検出した電流値に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する第2のステップとを設けるようにした。この結果この制御方法によれば、センサ等を必要とすることなく第1又は第2のリンクに与えられる外力を求めることができる。

【 0 0 1 1 】

さらに本発明においては、ロボット装置において、関節機構のアクチュエータの駆動電流の電流値を検出する電流検出手段と、電流検出手段により検出された電流値に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する外力トルク検出手段とを設けるようにした。この結果このロボット装置では、センサ等を必要とすることなく第1又は第2の構成部に与えられる外力を求めることができる。

【 0 0 1 2 】

さらに本発明においては、ロボット装置の制御方法において、アクチュエータの駆動電流の電流値を検出する第1のステップと、検出した電流値に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する第2のステップとを設けるようにした。この結果このロボット装置の制御方法によれば、センサ等を必要とすることなく第1又は第2の構成部に与えられる外力を求めることができる。

【0013】

さらに本発明においては、2足歩行型のロボット装置において、足首関節機構に設けられ、駆動電流に応じた大きさの回転トルクを生成するアクチュエータと、アクチュエータの駆動電流の電流値を検出する電流検出手段と、電流検出手段により検出された電流値に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する外力トルク検出手段と、外力トルク検出手段の検出結果に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクがなくなるように、アクチュエータを制御する制御手段とを設けるようにした。この結果このロボット装置では、センサ等を必要とすることなく不整地面をバランスを崩さずに歩行することができる。

【0014】

さらに本発明においては、2足歩行型のロボット装置の制御方法において、足首関節機構に設けられ、駆動電流に応じた大きさの回転トルクを生成するアクチュエータの駆動電流の電流値を検出する第1のステップと、検出された電流値に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する第2のステップと、第2のステップの検出結果に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクがなくなるように、アクチュエータを制御する第3のステップとを設けるようにした。この結果この制御方法によれば、センサ等を必要とすることなく、ロボット装置に不整地面をバランスを崩さずに歩行させるようにすることができる。

【0015】

さらに本発明においては、関節装置において、アクチュエータに回転トルクを生成するモータ部と、モータ部を駆動制御するモータ制御手段とを設け、モータ制御手段をモータ部内に配設するようにした。この結果この関節装置では、アクチュエータと外部との配線量を格段的に低減させることができる。

【0016】

さらに本発明においては、ロボット装置において、関節機構を駆動するアクチュエータに回転トルクを生成するモータ部と、モータ部を駆動制御するモータ制御手段とを設け、モータ制御手段をモータ部内に配設するようにした。この結果

このロボット装置では、関節機構の各アクチュエータに対する配線量を格段的に低減することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0018】

(1) 本実施の形態によるロボットの全体構成

図1及び図2において、10は全体として本実施の形態による2足歩行型のロボットを示し、胴体部ユニット11の上部に頭部ユニット12が配設されると共に、当該胴体部ユニット11の上部左右にそれぞれ同じ構成の腕部ユニット13A、13Bがそれぞれ配設され、胴体部ユニット11の下部左右にそれぞれ同じ構成の脚部ユニット14A、14Bがそれぞれ所定位置に取り付けられることにより構成されている。

【0019】

胴体部ユニット11においては、体幹上部を形成するフレーム20及び体幹下部を形成する腰ベース21が腰関節機構22を介して連結することにより構成されており、体幹下部の腰ベース21に固定された腰関節機構22の各モータM-1、M-2をそれぞれ駆動することによって、体幹上部を図3に示す直交するロール軸23及びピッチ軸24の回りにそれぞれ独立に回転させることができるようになっている。

【0020】

また頭部ユニット12は、フレーム20の上端に固定された肩ベース25の上面中央部に首関節機構26を介して取り付けられており、当該首関節機構26の各モータM-3、M-4をそれぞれ駆動することによって、図3に示す直交するピッチ軸27及びヨー軸28の回りにそれぞれ独立に回転させることができるようになっている。

【0021】

さらに各腕部ユニット13A、13Bは、それぞれ肩関節機構29を介して肩ベース25の左右に取り付けられており、対応する肩関節機構29の各モータM

ー 5、M-6 をそれぞれ駆動することによって図 3 に示す直交するピッチ軸 3 0 及びロール軸 3 1 の回りにそれぞれ独立に回転させることができるようになされている。

【 0 0 2 2 】

この場合各腕部ユニット 1 3 A、1 3 B は、それぞれ上腕部を形成するモータ M-7 の出力軸に肘関節機構 3 2 を介して前腕部を形成するモータ M-8 が連結され、当該前腕部の先端に手部 3 3 が取り付けられることにより構成されている。

【 0 0 2 3 】

そして各腕部ユニット 1 3 A、1 3 B では、モータ M-7 を駆動することによって前腕部を図 3 に示すヨー軸 3 4 の回りに回転させ、モータ M-8 を駆動することによって前腕部を図 3 に示すピッチ軸 3 5 の回りにそれぞれ回転させることができるようになされている。

【 0 0 2 4 】

一方、各脚部ユニット 1 4 A、1 4 B は、それぞれ股関節機構 3 6 を介して体幹下部の腰ベース 2 1 にそれぞれ取り付けられており、それぞれ対応する股関節機構 3 6 の各モータ M-9 ~ M-1 1 をそれぞれ駆動することによって、図 3 に示す互いに直交するヨー軸 3 7、ロール軸 3 8 及びピッチ軸 3 9 の回りにそれぞれ独立に回転させることができるようになされている。

【 0 0 2 5 】

この場合各脚部ユニット 1 4 A、1 4 B は、それぞれ大腿部を形成するフレーム 4 0 の下端に膝関節機構 4 1 を介して下腿部を形成するフレーム 4 2 が連結されると共に、当該フレーム 4 2 の下端に足首関節機構 4 3 を介して足部 4 4 が連結されることにより構成されている。

【 0 0 2 6 】

これにより各脚部ユニット 1 4 A、1 4 B においては、膝関節機構 4 1 を形成するモータ M-1 2 を駆動することによって、下腿部を図 3 に示すピッチ軸 4 5 の回りに回転させることができ、また足首関節機構 4 3 のモータ M-1 3、M-1 4 をそれぞれ駆動することによって足部 4 4 を図 3 に示す直交するピッチ軸 4

5 及び ロール軸 4 6 の回りにそれぞれ独立に回転させることができるようになっている。

【 0 0 2 7 】

なおこのロボット 1 0 の股関節機構 3 6 の構成を図 4 及び図 5 に示し、足首関節機構 4 3 の構成を図 6 に示す。

【 0 0 2 8 】

図 4 及び図 5 から明らかなように、各股関節機構 3 6 においては、モータ M-9 が体幹下部の腰ベース 2 1 に固定されている。そしてこのモータ M-9 の出力軸には、コ字状の連結部材 5 0 を介してモータ M-1 0 の出力軸が連結され、当該モータ M-1 0 の側面にコ字状部材 5 1 が固定されている。

【 0 0 2 9 】

またこのコ字状部材 5 1 には関節機構プーリ 5 2 が回転自在に取り付けられると共に、当該関節機構プーリ 5 2 にその上端の一端側が固定され、かつ上端の他端側が部材 5 1 に回転自在に取り付けられるようにして脚部ユニット 1 4 A、1 4 B の大腿部を形成するフレーム 4 0 が配設されている。

【 0 0 3 0 】

そして股関節機構 3 6 のモータ M-1 1 はフレーム 4 0 に固定されており、その出力軸に取り付けられたプーリ 5 3 がタイミングベルト 5 4 を介して関節機構プーリ 5 2 と連結されている。

【 0 0 3 1 】

これにより股関節機構 3 6 においては、各モータ M-9 ~ M-1 1 を駆動することによって対応する脚部ユニット 1 4 A、1 4 B をそれぞれヨー軸 3 7、ロール軸 3 8 及びピッチ軸 3 9 の回りにそれぞれ独立に回転駆動することができるようになっている。

【 0 0 3 2 】

なおこの実施の形態においては、股関節機構 3 6 のモータ M-9 の出力軸の中心を通るヨー軸 3 7 と、モータ M-1 0 の出力軸の中心を通るロール軸 3 8 と、フレーム 4 0 の回転中心を通るピッチ軸 3 9 とが空間上の一点で交差するように各部品の位置が選定されている。

【 0 0 3 3 】

また足首関節機構 4 3 においては、図 6 において明らかなように、足部 4 4 に固定されたコ字状の連結部材 6 0 にモータ M－1 4 の出力軸が固定されている。そしてモータ M－1 4 の側面にはコ字状部材 6 1 を介して関節機構プーリ 6 2 が固着されている。

【 0 0 3 4 】

そして上述した脚部ユニット 1 4 A、1 4 B の下腿部を形成するフレーム 4 2 は、その下端の一端側が関節機構プーリ 6 2 の中心位置に回転自在に取り付けられ、当該下端の他端側が連結部材 6 1 の側面に回転自在に取り付けられるようにして配設されている。

【 0 0 3 5 】

さらにこのフレーム 4 2 にはモータ M－1 3 が固定されると共に、当該モータ M－1 3 の出力軸にはプーリ 6 3 が固定され、当該プーリ 6 3 及び関節機構プーリ 6 2 がタイミングベルト 6 4 を介して連結されている。

【 0 0 3 6 】

これによりこの足首関節機構 4 3 では、各モータ M－1 3、M－1 4 を駆動することによって足部 4 4 をロール軸 4 5 及びピッチ軸 4 6 の回りにそれぞれ独立に回転させることができるようになされている。

【 0 0 3 7 】

一方、このロボット 1 0 の場合、胴体部ユニット 1 1 の体幹下部を形成する腰ベース 2 1 の背面側には、図 7 に示すように、当該ロボット 1 0 全体の動作制御を司るメイン制御部 7 0 と、電源回路及び通信回路などのその周辺回路 7 1 と図示しないバッテリーとなどがボックスに収納されてなる制御ユニット 7 2 が配設されている。

【 0 0 3 8 】

そしてこの制御ユニット 7 2 は、各構成ユニット（胴体部ユニット 1 1、頭部ユニット 1 2、各腕部ユニット 1 3 A、1 3 B 及び各脚部ユニット 1 4 A、1 4 B）内にそれぞれ配設された各サブ制御部 7 3 A～7 3 D と接続されており、これらサブ制御部 7 3 A～7 3 D に対して必要な電源電圧を供給したり、これらサ

ブ制御部 7 3 A ~ 7 3 D と通信を行ったりすることができるようになされている。

【 0 0 3 9 】

また各サブ制御部 7 3 A ~ 7 3 D は、それぞれ図 8 に示すように、対応する構成ユニット内の各モータ M - 1 ~ M - 1 4 と 2 本の駆動用電圧供給ケーブル 8 0 、 2 本の制御用電圧供給ケーブル 8 1 及び 1 本の同期クロック供給ケーブル 8 2 を介して並列的に接続されると共に、 2 本のシリアル通信用ケーブル 8 3 を介して後述のようにこれら各モータ M - 1 ~ M - 1 4 内にそれぞれ収納された各制御基板とディジーチェーン方式で接続されている。なおこの図 8 においては、各脚部ユニット 1 4 A 、 1 4 B におけるサブ制御部 7 4 D と各モータ M - 9 ~ M - 1 4 の接続関係を示している。

【 0 0 4 0 】

このときメイン制御部 7 0 は、このロボット 1 0 の『立った状態』及び『座った状態』などの各種状態のフォームや、当該ロボット 1 0 がある状態から他の状態に遷移する際や、歩行動作等の所定の動作を行う際の所定の時間間隔（例えば 0.5 秒、以下、これを第 1 の時間間隔と呼ぶ）ごとの時系列な一連のフォームを各モータ M - 1 ~ M - 1 4 の出力軸の回転角度として記憶している。

【 0 0 4 1 】

そしてメイン制御部 7 0 は、このロボット 1 0 に状態を遷移させたり動作を行わせたりする際には、上述のように記憶している一連の各フォームにおける各モータ M - 1 ~ M - 1 4 の出力軸の回転角度を、上述の第 1 の時間間隔ごとに時系列順に切り換えながら、対応するサブ制御部 7 4 A ~ 7 4 D に送出するようになされている。

【 0 0 4 2 】

一方、各サブ制御部 7 4 A ~ 7 4 D は、制御ユニット 7 2 から供給される電源電圧に基づいて対応する各モータ M - 1 ~ M - 1 4 に駆動用電圧供給ライン 8 0 及び制御用電圧供給ライン 8 1 をそれぞれ介してモータ駆動用の電源電圧や制御用電圧を供給する。

【0043】

また各サブ制御部 74A～74Dは、上述のようにメイン制御部 70から第1の時間間隔で与えられる各モータM-1～M-14の回転角度から、当該第1の時間間隔をn（nは2以上の整数）等分した場合における各タイミング（以下においては1〔ms〕間隔とする）ごとの対応する各モータM-1～M-14の回転角度、回転速度又は回転トルクをそれぞれ算出し、算出結果に基づいてこれら各モータM-1～M-14を制御する。

【0044】

このようにしてこのロボット10においては、動作時、当該ロボット10のフォームをメイン制御部 70が記憶している時系列の一連の各フォームと順次一致させるように各モータM-1～M-14の回転を制御するようになされ、これにより予め定められた動きで各種動作を行ったり、各種状態に遷移することができるようになされている。

【0045】

(3) モータM-1～M-14の構成

(3-1) モータM-1～M-14の全体構成

ここでこのロボット10に用いられている各モータM-1～M-14の構成について説明する。このロボット10の各モータM-1～M-14は、図9に示すように、回転トルクを発生させるモータ部90と、当該モータ部90において発生された回転トルクを増幅して出力するトルク増幅部91とから構成されている。

【0046】

この場合モータ部90は、モータケース92の内部に回転軸受け93A、93Bにより回転自在に枢支されたロータ軸94が設けられ、当該ロータ軸94にロータ基体95及び図10（B）及び（C）のように4極に着磁されたリング状のロータマグネット96が同軸に一体化されることによりロータ97が形成されている。

【0047】

またモータケース92の内側には、図8及び図9（A）に示すように、ロータ

97を取り囲むように6つのステータ鉄心98A～98Fが等間隔(45[°]間隔)で固着されると共に、これら各ステータ鉄心98A～98Fにそれぞれ巻線が施されることによりコイル99A～99Fが形成されている。

【0048】

これによりモータ部90においては、180[°]対向する2つのコイル99A及び99D、99B及び99E、99C及び99Fの組(合計3組ある)をそれぞれU相、V相及びW相として、これらU相、V相及びW相の各コイル99A～99Fにそれぞれ120[°]ずつ位相がずれた駆動電流を印加することによってロータ97を回転駆動することができ、かくして回転トルクを発生させることができるようになされている。

【0049】

一方トルク増幅部91においては、図9及び図13(A)～(C)に示すように、モータケース92の先端部に着脱自在に固定されたギアケース100を有し、当該ギアケース100の内部に、環状の内歯車101と、ロータ軸94の先端部に固定された太陽歯車102と、内歯車101及び太陽歯車102間に120[°]間隔で配置された第1～第3の遊星歯車103A～103Cとからなる遊星歯車機構104が設けられている。

【0050】

このときトルク増幅部91においては、遊星歯車機構104の第1～第3の遊星歯車103A～103Cの各軸105A～105Cがそれぞれギアケース100の先端に回転自在に配置された出力軸106に固定されており、かくしてモータ部90からロータ軸94を介して与えられる回転トルクを遊星歯車機構104を介して出力軸106に伝達し、当該出力軸106を介して外部に出力し得るようになされている。

【0051】

またトルク増幅部91には、出力軸106に固着された環状の樹脂マグネット107と、当該樹脂マグネット107の外周面と対向するようにギアケース100の外周面に固着された第1及び第2のホール素子108A、108Bとからなる1回転絶対角度センサ109が設けられている。

【0052】

この場合樹脂マグネット107は、2極にかつ一周に亘って磁束密度 ϕ (θg) が図14のように変化するように着磁されており、図13 (A) のように出力軸106に固着されている。また第1及び第2のホール素子108A、108Bは、図13 (B) のように90 [°] の位相差をもってギアケース100の外周面に固着されている。

【0053】

これにより1回転絶対角度センサ109においては、出力軸106の回転角度を、当該出力軸106の回転に伴う第1及び第2のホール素子108A、108Bの配設位置における磁束密度 ϕ (θg) の変化として検出し、検出結果を第1及び第2のホール素子108A、108Bからそれぞれ図15に示すようなそれぞれ $\sin(\theta g)$ 及び $\cos(\theta g)$ で与えられる波形の第1及び第2の1回転絶対角度センサ信号S1A、S1Bとして出力することができるようになされている。

【0054】

かかる構成に加えモータの場合、モータ部90のモータケース92の内部には、ロータ軸94の磁極角度を検出するロータ軸磁極角度センサ100と、対応するサブ制御部74A~74Dからの制御指令に基づいて出力軸94の回転角度、回転速度及び回転トルク等を制御する制御基板111と、制御基板111の制御のもとにモータ部90の各コイル99A~99Fに駆動電流を供給するパワー基板112とが収納されている。

【0055】

ロータ軸磁極角度センサ110は、ロータ97のロータ基体95の前端面に固着された樹脂マグネット113と、制御基板111に搭載された第1~第4のホール素子114A~114Dとから形成されている。そして樹脂マグネット113は、図10 (B) 及び (C) に示すように、ロータ97のロータマグネット96と同じ4極に着磁され、当該ロータマグネット96と同位相でロータ基体95に固着されている。

【 0 0 5 6 】

また第 1 ～第 4 のホール素子 1 1 4 A ～ 1 1 4 D は、図 1 6 (B) に示すように、ロータ軸 9 4 と同心円上に、第 1 及び第 2 のホール素子 1 1 4 A、1 1 4 B が 180 [°] 対向し、かつ第 3 及び第 4 のホール素子 1 1 4 C、1 1 4 D がこれら第 1 及び第 2 のホール素子 1 1 4 A、1 1 4 B と同じ方向に 45 [°] 位相がずれた位置に位置するように制御基板 1 1 1 に搭載されている。

【 0 0 5 7 】

これによりこのロータ軸回転角度センサ 1 1 0 においては、ロータ軸 9 4 の磁極角度を、当該ロータ軸 9 4 と一体に回転する樹脂マグネット 1 1 3 の回転に伴う第 1 ～第 4 のホール素子 1 1 4 A ～ 1 1 4 D の配設位置における磁束密度の変化として検出し得るようになされている。

【 0 0 5 8 】

なおロータ軸 9 4 の磁極角度とは、ロータ軸 9 4 の機械的回転角度にロータマグネット 9 6 の磁極数の半分の値を掛けた角度をいう。そしてこの実施の形態においては、ロータマグネット 9 6 が 4 極に着磁されているため、磁気角度が 0 から 2π までの範囲の値となる。

【 0 0 5 9 】

一方制御基板 1 1 1 は、図 9、図 1 0 (A)、図 1 6 及び図 1 7 に示すように、環状に形成されたプリント配線板の一面側に 1 チップマイクロコンピュータ 1 1 5 及び CPU クロック発生用の水晶発振器 1 1 6 が搭載されると共に、他面側に上述のロータ軸回転角度センサ 1 1 0 の第 1 ～第 4 のホール素子 1 1 4 A ～ 1 1 4 D と、温度センサ 1 1 7 とが搭載されることにより構成されている。

【 0 0 6 0 】

そしてこの制御基板 1 1 1 は、図 1 7 のようにロータ軸磁極角度センサ 1 1 0 における第 1 及び第 2 のホール素子 1 1 4 A、1 1 4 B の出力と、第 3 及び第 4 のホール素子 1 1 4 C、1 1 4 D の出力とをそれぞれ第 1 及び第 2 の減算回路 1 1 8 A、1 1 8 B を介して加算して第 1 及び第 2 のロータ軸磁極角度センサ信号 S 2 A、S 2 B として 1 チップマイクロコンピュータ 1 1 5 に取り込み、かつ 1 回転絶対角度センサ 1 0 9 (図 9、図 1 3 (C)) からケーブル 1 1 9 (図 9)

を介して供給される第1及び第2の1回転絶対角度センサ信号S1A、S1Bを1チップマイクロコンピュータ115に取り込み得るようになされている。

【0061】

また制御基板111は、第2のケーブル120に含まれる2本の制御用電源ライン及び2本の駆動用電源ラインを通じて対応するサブ制御部74A～74D（図8）と接続されており、かくして1チップマイクロコンピュータ115がこの第2のケーブル120を介して各種電源電圧を取り込んだり、対応するサブ制御部74A～74Dと通信を行ったりすることができるようになされている。

【0062】

そして1チップマイクロコンピュータ115は、この第2のケーブル120を介してサブ制御部74A～74Dから1〔ms〕ごとに与えられる出力軸106（図9）の回転角度、回転速度又は回転トルクの指定値（以下、これらをそれぞれ指定回転角度、指定回転速度及び指定回転トルクと呼ぶ）と、第1及び第2の1回転絶対角度センサ信号S1A、S1Bと、第1及び第2のロータ軸磁極角度センサ信号S2A、S2Bと、後述のようにパワー基板112から供給される第1～第3の駆動電流検出信号S3A～S3Cとに基づいて、U相、V相及びW相の各コイル99A～99Fにそれぞれ印加すべき駆動電流の値（以下、これらをそれぞれ第1～第3の電流指令値と呼ぶ）を算出し、これら算出した第1～第3の電流指令値を第3のケーブル121を介してパワー基板112に送出する。

【0063】

パワー基板112は、図9、図12（B）及び（C）に示すように、環状に形成されたプリント配線板の一面側に図18に示すコイル駆動ブロック122を形成する複数のパワートランジスタチップ123が搭載されることにより構成されている。

【0064】

そしてこのコイル駆動ブロック122は、制御基板111の1チップマイクロコンピュータ115から与えられる第1～第3の電流指令値に基づいてモータ部90のU相、V相及びW相の各コイル99A～99Fに対してそれぞれ対応する第1～第3の電流指令値に応じた大きさの駆動電流を印加することによりモータ

部 90 のロータ 97 を回転駆動させる。

【0065】

またこの際コイル駆動ブロック 122 は、このとき U 相、V 相及び W 相の各コイル 99A～99F にそれぞれ印加されている駆動電流の大きさをそれぞれ検出し、検出結果を第 1～第 3 の駆動電流検出信号 S3A～S3C として第 3 のケーブル 121 (図 9) を介して制御基板 111 に送出する。

【0066】

このようにしてこのモータ M-1～M14 では、制御基板 111 の 1 チップマイクロコンピュータ 115 及びパワー基板 112 のコイル駆動ブロック 122 からなる制御回路によって、サブ制御部 74A～74D から与えられた指定回転角度、指定回転速度又は指定回転トルクに応じてモータ部 90 を駆動するようになされている。

【0067】

(2-2) 1 チップマイクロコンピュータ 115 及びコイル駆動ブロック 122 の構成

ここで 1 チップマイクロコンピュータ 115 は、図 19 に示すように、演算処理ブロック 128、レジスタ 129、ロータ軸回転角度検出処理ブロック 130、トルク-3 相電流信号変換処理ブロック 131、電流制御処理ブロック 132 及び第 1～第 4 のアナログ/デジタル変換回路 133～136 から構成されている。

【0068】

そしてこの 1 チップマイクロコンピュータ 45 では、パワー基板 112 から与えられる第 1～第 3 の駆動電流検出信号 S3A～S3C を第 1 のアナログ/デジタル変換回路 133 においてそれぞれデジタル変換し、得られた第 1～第 3 の駆動電流検出データ D3A、D3B を電流制御処理ブロック 132 に与えると共に、これら第 1～第 3 の駆動電流検出データ D3A、D3B をレジスタ 129 に格納する。

【0069】

また 1 チップマイクロコンピュータ 115 では、1 回転絶対角度センサ 109

(図9、図13(C))から供給される第1及び第2の1回転絶対角度センサ信号S1A、S1Bを第3のアナログ／デジタル変換回路135においてデジタル変換し、得られた第1及び第2の1回転絶対角度センサデータD1A、D1Bをレジスタ129に格納する。

【0070】

さらに1チップマイクロコンピュータ115では、第1及び第2の減算回路118A、118B(図17)から与えられるロータ軸磁極角度センサ110の出力に基づく第1及び第2のロータ軸磁極角度センサ信号S2A、S2Bを第2のアナログ／デジタル変換回路134においてデジタル変換し、得られた第1及び第2のロータ軸磁極角度センサデータD2A、D2Bをロータ軸回転角度検出処理ブロック130に入力する。

【0071】

ロータ軸回転角度検出処理ブロック130は、供給される第1及び第2のロータ軸磁極角度センサデータD2A、D2Bに基づいてロータ軸24の磁極回転角度(以下、これをロータ軸磁極回転角度と呼ぶ)Pmlと、磁極角度 θ_p とを検出し、ロータ軸回転角度Pmlをレジスタ129に格納すると共に磁極角度 θ_p をトルク-3相電流信号変換処理ブロック131に送出する。

【0072】

なおロータ軸94の磁極回転角度(ロータ軸磁極回転角度Pml)とは、ロータ軸94の回転に伴い第1～第4のホール素子114A～114Dにより検出される樹脂マグネット113の隣接する一対のN極及びS極による磁極変化を1周期($0 \sim 2\pi$)とする角度をいう。そしてこの実施の形態においては樹脂マグネット113が4極に着磁されているため、ロータ軸磁極回転角度Pmlが0から 4π までの範囲の値となる。

【0073】

そして演算処理ブロック128は、このようにしてレジスタ129に格納された第1及び第2の1回転絶対角度センサデータD1A、D1B並びにロータ軸磁極回転角度Pmlと、サブ制御部から与えられる指定回転角度、指定回転速度又は指定回転トルクとに基づいて、目標とする回転トルク(以下、これを目標回転ト

ルクと呼ぶ) T_0 を演算し、演算結果をレジスタ 129 に格納する。なおこの目標回転トルク T_0 は、サブ制御部から指定回転角度、指定回転速度又は指定回転トルクが与えられる 1 [ms] ごとに算出される。

【0074】

そしてこの目標トルク T_0 は、トルク-3相電流信号変換処理ブロック 131 により順次レジスタ 129 から読み出される。そしてトルク-3相電流信号変換処理ブロック 131 は、この目標トルク T_0 と、ロータ軸回転角度検出処理ブロック 130 から与えられるロータ軸 94 の磁極角度 θ_p とに基づいて、モータ部 90 における U 相、V 相、W 相の各コイル 99A~99F にそれぞれ印加すべき駆動電流の値を表す上述の第1~第3の電流指令値 U_r 、 V_r 、 W_r をそれぞれ算出し、これを電流制御処理ブロック 132 に送出する。

【0075】

電流制御処理ブロック 132 は、トルク-3相電流信号変換処理ブロック 131 から与えられる第1~第3の電流指令値 U_r 、 V_r 、 W_r と、第1のアナログ/デジタル変換回路 133 から与えられる第1~第3の駆動電流検出データ D_{3A} ~ D_{3C} とに基づいて、第1~第3の電流指令値 U_r 、 V_r 、 W_r に対して電圧変動に対する補償処理を含む所定の信号処理を施した後これを PWM (Pulse Width Modulation) 変調し、得られた第1~第3の PWM 信号 S_{4A} ~ S_{4C} を第3のケーブル 121 を介してこれをパワー基板 112 のコイル駆動ブロック 121 に送出する。

【0076】

なお第3のケーブル 121 には、第1~第3の PWM 信号 S_{4A} ~ S_{4C} 用にそれぞれ2本のラインが設けられている。そして電流制御処理ブロック 132 は、出力軸 106 (図9) を正転駆動するときには第1~第3の PWM 信号 S_{4A} ~ S_{4C} をそれぞれ一方の第1のラインを介してパワー基板 112 のコイル駆動ブロック 122 に送出すると共に、第1~第3の PWM 信号 S_{4A} ~ S_{4C} における論理「0」レベルの信号 (以下、これらを第1~第3の基準信号と呼ぶ) S_{5A} ~ S_{5C} を他方の各第2のラインをそれぞれ介してパワー基板 112 のコイル駆動ブロック 122 に送出する。

【0077】

また電流制御処理ブロック132は、出力軸106を逆転駆動するときには第1～第3のPWM信号S4A～S4Cをそれぞれ第2のラインを介してパワー基板112のコイル駆動ブロック122に送出すると共に、第1～第3の基準信号S5A～S5Cをそれぞれ各第1のラインを介してパワー基板112のコイル駆動ブロック122に送出する。

【0078】

一方コイル駆動ブロック122においては、図18に示すように、U相、V相、W相の各コイル99A～99Fにそれぞれ対応させて、それぞれ4個の増幅器138A～138Cからなる同様構成の第1～第3のゲートドライブ回路139A～139Cと、それぞれ2個のPNP型トランジスタTR1、TR2及び2個のNPN型トランジスタTR3、TR4からなる同様構成の第1～第3のインバータ回路140A～140Cで構成されている。

【0079】

そしてこのコイル駆動ブロック122では、U相、V相及びW相の各第1のラインがそれぞれ対応する第1～第3のゲートドライブ回路139A～139Cの第1及び第3の増幅器138A、138Cをそれぞれ介して対応する第1～第3のインバータ回路140A～140Cの第2のPNP型トランジスタTR2のベース及び第1のNPN型トランジスタTR3のベースと接続され、U相、V相及びW相の各第2のラインがそれぞれ対応する第1～第3のゲートドライブ回路140A～140Cの第2及び第4の増幅器138B、138Dをそれぞれ介して対応する第1～第3のインバータ回路140A～140Cの第2のPNP型トランジスタTR2のベース及び第1のNPN型トランジスタTR4のベースと接続されている。

【0080】

またコイル駆動ブロック122では、モータ部90のU相、V相及びW相の各コイル99A～99Fがそれぞれ対応する第1～第3のインバータ回路140A～140Cにおける第1のPNP型トランジスタTR1のコレクタ及び第1のNPN型トランジスタTR3のコレクタの接続中点と、第2のPNP型トランジスタ

タTR2のコレクタ及び第2のNPN型トランジスタTR4のコレクタの接続中点との間に接続されている。

【0081】

これによりこのコイル駆動ブロック122においては、U相、V相及びW相の各相毎に、第1又は第2のラインを介して与えられる第1～第3のPWM信号S4A～S4Cをそれぞれ対応する第1～第3のインバータ回路140A～140Cにおいてアナログ波形の駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w に変換し、これらをそれぞれ対応するU相、V相及びW相の各コイル99A～99Fに印加することができるようになされている。

【0082】

またコイル駆動ブロック122においては、U相、V相及びW相の各コイル99A～99Fに供給する駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w の大きさを第1～第3のインバータ回路140A～140Cにそれぞれ設けられたコイルからなる電流センサ141により検出し、検出結果を上述のように第1～第3の第1～第3の駆動電流検出信号S3A～S3Cとして制御基板111の1チップマイクロコンピュータ115の第1のアナログ／デジタル変換回路133（図19）に送出するようになされている。

【0083】

なお演算処理ブロック128について、その詳細構成を図19を用いて説明する。

【0084】

演算処理ブロック128は、CPU (Central Processing Unit) 148と、各種プログラムが格納されたROM (Read Only Memory) 149と、CPU148のワークメモリとしてのRAM (Random Access Memory) 150と、対応するサブ制御部73A～73Dとの間の入出力インタフェース回路であるシリアル通信用入出力回路152と、サーボ割込みのための1〔ms〕周期のサーボ割込信号S10及びPWM周期である50〔 μ m〕周期のPWMパルス信号S11を発生するサーボ割込信号発生回路153と、サーボ割込信号発生回路153からサーボ割込信号S10が正しく発生されているかをCPU148が検出するための1〔

ms) 周期以上の所定周期を有するウォッチドッグ信号 S 1 2 を発生するウォッチドッグ信号発生回路 1 5 4 とが CPU バス 1 5 5 を介して相互に接続されることにより構成されている。

【0085】

この場合 CPU 1 4 8 は、対応するサブ制御部 7 3 A ~ 7 3 D から制御用電圧 (5 [V]) が与えられると、まず ROM 1 4 9 に格納された初期プログラムに基づいてシリアル通信用入出力回路 1 5 2、カウンタ・タイマ・コントロール回路 1 5 3、ロータ軸回転角度検出処理ブロック 1 3 0、トルク-3 相電流信号変換処理ブロック 1 3 1、電流制御処理ブロック 1 3 2 等に対する各種初期値やパラメータの設定処理等の立ち上がり処理を実行する。

【0086】

また CPU 1 4 8 は、この結果としてカウンタ・タイマ・コントロール回路 1 5 3 から与えられるサーボ割込信号 S 1 0 及び ROM 1 4 9 に格納された対応するプログラムに基づいて、上述のように目標回転トルク T_0 を生成するモータ回転制御演算処理や、対応するサブ制御部 7 3 A ~ 7 3 D とのシリアル通信制御処理等を 1 [ms] 周期で時分割的に実行する。

【0087】

(2-3) ソフトウェア処理

ここで演算処理ブロック 1 2 8 では、上述のように CPU 1 4 8 がカウンタ・タイマ・コントロール回路 1 5 3 から与えられるサーボ割込信号 S 1 0 及び ROM 1 4 9 に格納された対応するプログラムに基づいて、1 [ms] 周期で時分割的にモータ回転制御演算処理及びシリアル通信制御処理等を実行する。以下、これらの処理モード時における CPU 1 4 8 の処理について説明する。

【0088】

(2-3-1) モータ回転制御演算処理モード時における CPU 1 4 8 の処理

モータ回転制御演算処理モード時における CPU 1 4 8 の処理は、上述のように対応するサブ制御部 7 3 A ~ 7 3 D から 1 [ms] ごとに与えられる指定回転位置、指定回転速度又は指定回転トルクの値の指定に応じた目標回転トルク T_0 を算出することである。

【0089】

そしてCPU148は、この目標回転トルクT0を、対応するサブ制御部73A～73Dから指定回転位置Prefが与えられる場合には、ロータ軸回転角度検出処理ブロック130によりレジスタ129に格納されるロータ軸磁極回転角度Pm1に基づいて出力軸94（図9）の回転位置Pmを算出すると共に、この回転位置Pmを用いて次式

【0090】

【数1】

$$V_{mref} = (Pref - P_m) \times K_{pp} \quad \dots (1)$$

【0091】

【数2】

$$V_m = P_m \times S \quad \dots (2)$$

【0092】

をそれぞれ演算することにより、指定回転位置Prefに対する目標の回転速度V_{mref}と、出力軸の現在の回転速度V_mとを算出する。そしてこのようにして得られた（1）式及び（2）式から次式

【0093】

【数3】

$$T_0 = \left\{ \left[V_{mref} - V_m \right] \times \left[1 + \frac{K_{vi}}{S} \right] \right\} \times K_{vp} \quad \dots (3)$$

【0094】

の演算を実行することにより目標回転トルクT0を算出する。

【0095】

またサブ制御部73A～73Dから指定回転速度V_{ref}が与えられる場合には、（2）式を用いて出力軸94の現在の回転速度V_mを算出し、この回転速度V_mに基づいて次式

【0096】

【数4】

$$T0 = \left\{ \left[V_{ref} - V_m \right] \times \left[1 + \frac{K_{vi}}{S} \right] \right\} \times K_{vp} \quad \dots\dots (4)$$

【0097】

を演算することにより目標回転トルク $T0$ を算出する。またサブ制御部 73A～73Dから指定回転トルク T_{ref} が与えられる場合には、これをそのまま目標回転トルク $T0$ とする。

【0098】

なおこれら (1)～(4) 式において、 S はラプラス演算子を示し、 K_{pp} 、 K_{vi} 及び K_{vp} はそれぞれサブ制御部により設定される制御ゲインパラメータを表す。この制御ゲインパラメータ K_{pp} 、 K_{vi} 及び K_{vp} の値を変化させることにより、指定回転角度 P_{ref} や指定回転速度 V_{ref} に対するモータ $M-1 \sim M-14$ の応答を変化させることができる。

【0099】

因にこのようなモータ回転制御演算処理モード時における CPU 148 の具体的な処理手順を図 20 に示す。

【0100】

CPU 148 は、サブ制御部 73A～73Dから指定回転角度 P_{ref} が与えられた場合、まずレジスタ 129 に格納された第 1 及び第 2 の絶対角度センサデータ $D1A$ 、 $D1B$ に基づいてロータ軸 94 の磁極回転数（以下、ロータ軸磁極回転数と呼ぶ） N_m を算出する（ステップ $SP1$ ）。

【0101】

なおロータ軸磁極回転数 N_m とは、ロータ軸 94 の回転に伴いロータ軸磁極角度センサ 110 の第 1～第 4 のホール素子 114A～114D により検出される樹脂マグネット 113 の隣接する一対の N 極及び S 極による磁束変化を 1 回転とする回転数と定義する。この実施の形態においては、樹脂マグネット 113 は 4 極に着磁されているため、ロータ軸 94 が機械的に 1 回転するとロータ軸磁極回転数 N_m は 2 となる。

【0102】

そしてこのロータ軸磁極回転数 N_m は、図21に示すロータ軸磁極回転数検出処理手順に従って、それぞれ $\sin \theta_g$ 、 $\cos \theta_g$ で表される第1及び第2の1回転絶対角度センサ信号 $S1A$ 、 $S1B$ の位相 θ_g をレジスタ41に格納された第1及び第2の絶対角度センサデータ $D1A$ 、 $D1B$ に基づいてソフトウェア処理により算出し（ステップSP1A）、この位相 θ_g にトルク増幅部3の遊星ギア機構部16のギア比 N を乗算し（ステップSP1B）、この乗算結果を 2π で割り算してその割算結果の整数部分にロータ軸磁極角度センサ110（図9）の樹脂マグネット113の磁極数（本実施の形態においては4）の半分の値 N_p を乗算する（ステップSP1C）ことにより得ることができる。

【0103】

またCPU148は、図20に示すように、このようにして算出したロータ軸磁極回転数 N_m と、レジスタ129に格納されたロータ軸磁極回転角度データ P_{m1} とに基づき、次式

【0104】

【数5】

$$P_{m0} = 2\pi \times N_m \quad \dots\dots (5)$$

【0105】

で与えられる P_{m0} を初期値として、次式

【0106】

【数6】

$$P_m = P_{m0} + P_{m1} \quad \dots\dots (6)$$

【0107】

の演算を実行することによりそのときの出力軸106の回転角度 P_m を算出する（ステップSP2）。

【0108】

そしてCPU148は、指定回転角度 P_{ref} からこの回転角度 P_m を減算する

ことにより、指定回転角度 P_{ref} に対する誤差（以下、これを回転角度誤差と呼ぶ） P_e を検出する（ステップ SP3）。

【0109】

続いて CPU148 は、この回転角度誤差 P_e に比例ゲイン K_{pp} を乗算することにより、指定回転角度 P_{ref} に対する目標回転角度 V_{mref} を算出する（ステップ SP4）。

【0110】

次いで CPU148 は、レジスタ 129 に格納されたロータ軸磁極回転角度 P_{m1} を微分することによりそのときの出力軸 106 の回転速度 V_m を算出する（ステップ SP5）と共に、この後ステップ SP4 において算出した目標回転速度 V_{mref} からステップ SP5 において算出した回転速度 V_m を減算することにより速度誤差 V_e を算出する（ステップ SP6）。

【0111】

続いて CPU148 は、この速度誤差 V_e に次式

【0112】

【数7】

$$\frac{S + K_{vi}}{S} \dots\dots (7)$$

【0113】

で与えられる速度積分ゲイン及び比例ゲイン K_{vp} を順次乗算する（ステップ SP7 及びステップ SP8）。これにより目標回転トルク T_0 を得ることができる。

【0114】

なお CPU148 は、モータ回転制御演算処理モード時、サブ制御部 73A～73D から指定回転速度 V_{ref} が与えられているときにはこの処理をステップ SP6 から開始し、回転トルク T_{ref} が与えられているときにはこれをそのまま目標回転トルク T_0 としてレジスタ 129 に格納する。

【0115】

（2-3-2）シリアル通信処理モード時における CPU148 の処理

またCPU148は、シリアル通信処理モード時、サブ制御部73A~73Dと通信を行い、サブ制御部73A~73Dからの制御コマンドや変更パラメータを入力し、またはモニタ用に内部信号をサブ制御部73A~73Dに送出する。

【0116】

(2-4) コイル駆動電流と出力トルクの関係

ここでこのように形成されたモータM-1~M-14におけるモータ部90のU相、V相及びW相の各コイル99A~99Fに印加する駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w と、出力軸106を介して外部に出力される回転トルク（以下、出力トルクと呼ぶ）との関係について説明する。

【0117】

まずU相、V相及びW相の各コイル99A~99Fに駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w を印加したときにおけるこれらU相、V相及びW相の各コイル99A~99Fの交差する磁束密度を ϕ_u 、 ϕ_v 、 ϕ_w とすると、出力トルク $T(\theta_p)$ は、モータ部90のロータ軸94の磁極角度 θ_p を用いて次式

【0118】

【数8】

$$T(\theta_p) = I_u \times \phi_u \times K_0 + I_v \times \phi_v \times K_0 + I_w \times \phi_w \times K_0$$

..... (8)

【0119】

のように与えられる。なおこの(8)式において、 K_0 は各コイル99A~99Fに駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w を印加したときの一定の係数値を表す。

【0120】

ここでU相、V相及びW相の各コイル99A~99Fに印加する駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w は、それぞれ次式

【0121】

【数9】

$$I_u = I_0 \times \sin \theta_p$$

..... (9)

【0122】

【数10】

$$I_v = I_0 \times \sin \left(\theta_p + \frac{2\pi}{3} \right) \quad \dots\dots (10)$$

【0123】

【数11】

$$I_w = I_0 \times \sin \left(\theta_p - \frac{2\pi}{3} \right) \quad \dots\dots (11)$$

【0124】

のように制御され、このため各磁束密度は ϕ_u 、 ϕ_v 、 ϕ_w はそれぞれ次式、

【0125】

【数12】

$$\phi_u = \phi_0 \times \sin \theta_p \quad \dots\dots (12)$$

【0126】

【数13】

$$\phi_v = \phi_0 \times \sin \left(\theta_p + \frac{2\pi}{3} \right) \quad \dots\dots (13)$$

【0127】

【数14】

$$\phi_w = \phi_0 \times \sin \left(\theta_p - \frac{2\pi}{3} \right) \quad \dots\dots (14)$$

【0128】

となる。

【0129】

従って出力トルク $T(\theta_p)$ は、これら (9) 式～(14) 式を (8) 式に代入

して、次式

【0130】

【数15】

$T(\theta_p)$

$$\begin{aligned}
 &= I_0 \times \phi_0 \times K_0 \left\{ \sin \theta_p \times \sin \theta_p \right. \\
 &\quad + \sin \left[\theta_p + \frac{2\pi}{3} \right] \times \sin \left[\theta_p + \frac{2\pi}{3} \right] \\
 &\quad \left. + \sin \left[\theta_p - \frac{2\pi}{3} \right] \times \sin \left[\theta_p - \frac{2\pi}{3} \right] \right\} \\
 &= I_0 \times \phi_0 \times K_1 \quad (\text{但し } K_1 = 1.5K_0) \quad \cdots (15)
 \end{aligned}$$

【0131】

と表すことができる。

【0132】

従ってこのモータM-1～M-14では、各コイル99A～99Fに印加する駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w の大きさに比例した出力トルクが得られることが分かる。

【0133】

(3) 不整地歩行制御処理

かかる構成に加えてこのロボット10の場合、各脚部ユニット14A、14Bのサブ制御部73Dは、歩行路面が不整地面である場合においても当該ロボット10がバランスを崩すことなく正しく歩行できるように足首関節機構43の各モータM-13、M-14を制御する不整地歩行制御処理を行うようになされている。

【0134】

この場合このような不整地歩行制御処理は、歩行路面に接地した足部44の裏面を当該歩行路面の傾斜や凹凸に倣わせる（歩行路面の傾斜や凹凸に合わせて傾

かせる)ように、足首関節機構43の各モータM-13、M-14の回転を制御することにより行うことができる。そしてこのような制御は、足首関節機構43の各モータM-13、M-14の出力軸106(図9)に与えられる外力が常に「0」となるように各モータM-13、M-14の回転を制御することにより行うことができる。

【0135】

そこで各脚部ユニット14A、14Bのサブ制御部73Dにおいては、歩行動作時、メイン制御部70(図7)から第1の時間間隔で各モータM-9~M-14の目標とすべき回転角度が与えられるごとに、特に足首関節機構43の各モータM-13、M-14について図22に示す不整地歩行処理手順RT1に従って上述のような不整地歩行制御を行うようになされている。

【0136】

すなわち各脚部ユニット14A、14Bのサブ制御部73Dは、メイン制御部70から足首関節機構43の各モータM-13、M-14の目標とすべき回転角度が与えられるとこの不整地歩行処理手順RT1をステップSP10において開始し、続くステップSP11において先行してメイン制御部70から与えられた足首関節機構43の各モータM-13、M-14の目標とすべき回転角度と、今回メイン制御部70から与えられたこれらモータM-13、M-14の目標とすべき回転角度とから各モータM-13、M-14の制御周期である1[ms]ごとの各モータM-13、M-14の指定回転角度、指定回転速度又は指定回転トルクをそれぞれ算出する。

【0137】

従って例えばメイン制御部70からサブ制御部73Dに0.5秒ごとに各モータM-13、M-14が目標とすべき回転角度が与えられる場合には、1[ms]ごとの各モータM-13、M-14の指定回転角度、指定回転速度又は指定回転トルクが時系列に合計50個算出される。

【0138】

またサブ制御部73Dは、このステップSP11において、内部カウンタにおいてカウントしている指定回転角度、指定回転速度又は指定回転トルクの順位(

すなわちその指定回転角度、指定回転速度又は指定回転トルクが時系列的な50個のうちの何番目かの順位)を表すカウント値を「0」にリセットする。

【0139】

次いでサブ制御部73Dは、続くステップSP12において内部カウンタのカウント値を1増加させた後、ステップSP13に進んでそのカウント値に対応する指定回転角度、指定回転速度又は指定回転トルクを足首関節機構43の各モータM-13、M-14に送出する。

【0140】

このときサブ制御部73Dには、足首関節機構43の各モータM-13、M-14との通信によりこれらモータM-13、M-14から、上述のようにパワー基板112(図18)の各コイル駆動ブロック140A~140C(図18)の電流センサ71(図18)からそれぞれ出力された第1~第3の駆動電流検出信号S3A~S3C(図18)を1チップマイクロコンピュータ115(図19)の第1のアナログ/デジタル変換回路133(図19)においてデジタル変換することにより得られた第1~第3の駆動電流検出データD3A~D3C(図19)が与えられる。

【0141】

かくしてサブ制御部73Dは、この第1~第3の駆動電流検出データD3A~D3CをステップSP14において各モータM-13、M-14から供給される第1~第3の駆動電流検出データD3A~D3Cを取り込み、続くステップSP15においてこの第1~第3の駆動電流検出データD3A~D3Cに基づいて足首関節機構43の各モータM-13、M-14のそのときの出力トルク T_m を算出する。

【0142】

さらにサブ制御部73Dは、ステップSP16に進んでこの出力トルク T_m から予め記憶しているそのフォーム時に自重により各モータM-13、M-14の出力軸106に発生するトルク T_g を減算することにより、外力により各モータM-13、M-14の出力軸106に生じたトルク(以下、これを外力トルク T_f と呼ぶ)をそれぞれ算出する。

【0143】

さらにサブ制御部 73D は、この後ステップ SP17 に進んでこの算出した外力トルク T_f の値が「0」であるか否かを各モータ M-13、M-14 毎に判断する。

【0144】

ここでこのステップ SP17 において肯定結果を得ることは、例えば足部 44 が接地していないか又は足部 44 の裏面が歩行路面の傾斜や凹凸に倣って接地していることを意味し、このときサブ制御部 74D はステップ SP12 に戻り、この後 1 [ms] ごとにステップ SP2 以降を同様に処理する。

【0145】

これに対してステップ SP17 において否定結果を得ることは、例えば足部 44 の裏面が歩行路面の傾斜や凹凸に倣っていない状態で接地していることを意味し、このときサブ制御部 74D は、ステップ SP18 に進んでそのモータ M-13、M-14 の出力軸 108 に与えられる外力トルク T_f の値が「0」に近づくように、そのモータ M-13、M-14 に与える次の指定回転角度、指定回転速度又は指定回転トルクを修正した後ステップ SP12 に戻り、この後 1 [ms] ごとにステップ SP2 以降を同様に処理する。

【0146】

このようにしてこのロボット 10 では、各脚部ユニット 14A、14B のサブ制御部 73D が必要に応じて足首関節機構 43 のモータ M-13、M-14 に与える指定回転角度、指定回転速度又は指定回転トルクを修正することにより、不整地においてもバランスを崩すことなく正しく歩行することができるようになされている。

【0147】

(4) 本実施の形態の動作及び効果

以上の構成において、このロボット 10 では、歩行動作時、各脚部ユニット 14A、14B の足首関節機構 43 の各モータ M-13、M-14 の出力軸 106 に与えられる外力トルク T_f が常に「0」となるようにこれらモータ M-13、M-14 の回転を制御する。

【0148】

従って、このロボット10では、歩行路面が傾斜や凹凸を有する不整地面であった場合においても足部44の裏面を常に歩行路面に倣わせることができ、その分安定した歩行を行うことができる。かくするにつきこのロボット10では、従来用いられていた不整地歩行制御のための各種センサを省略することができる。

【0149】

またこのロボット10では、各モータM-1~M-14の内部にモータ部90を駆動制御するための制御基板111及びパワー基板112が収納されているため、図8のように各サブ制御部73A~73Dに対して合計7本のケーブルを介して全てのモータM-1~M-14を接続することができ、その分ロボット全体としての配線量を低減することができる。

【0150】

さらにこのロボット10では、各モータM-1~M-14としてモータ部90とトルク増幅部91とが図9のようにコンパクトに一体化されたものを用いているため、モータ部90及びトルク増幅部91が別体に構成されているものに比べて各関節機構（腰関節機構22、首関節機構26、肩関節機構29、肘関節機構32、股関節機構36、膝関節機構41及び足首関節機構43）の構成を簡易化でき、その分各関節機構（及びロボット10）を小型化することができる。

【0151】

以上の構成によれば、2足歩行型のロボット10において、歩行動作時、各脚部ユニット14A、14Bの足首関節機構43の各モータM-13、M-14の出力軸106に与えられる外力トルク T_g が常に「0」となるようにこれらモータM-13、M-14の回転を制御するようにしたことにより、歩行路面が傾斜や凹凸を有する不整地面であった場合においても常に安定して歩行することができる。かくするにつき従来用いられていた不整地歩行制御のための各種センサを省略することができ、かくして構成を簡易化し得るロボットを実現できる。

【0152】

またロボット10において、各モータM-1~M-14の内部にモータ部90を駆動制御するための制御基板111及びパワー基板112を収納するようにし

たことにより、ロボット全体としての配線量を減らすことができ、その分より一層構成を簡易化させ得るロボットを実現できる。

【0153】

(5) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、本発明を2足歩行型のロボット10に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々のロボットに広く適用することができる。この場合において、本願発明のうちの関節機構の制御に関する発明については、4足歩行型ロボットやこれ以外の脚式歩行型ロボットにも広く適用することができる。また本願発明のうちの各関節機構の駆動原としてモータ制御手段をモータ部内に設ける発明については、歩行型ロボット以外のロボットにも広く適用することができる。

【0154】

また上述の実施の形態においては、本願発明のうちの関節機構の制御に関する発明を、脚部ユニット14A、14Bのうちの第1のリンク（第1の構成部）としての下腿部と、第2のリンク（第2の構成部）としての足部44とを連結する足首関節43に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、足首関節43以外の例えば手首関節などにも広く適用することができる。

【0155】

さらに上述の実施の形態においては、モータM-1～M-14の駆動電流 I_v 、 I_u 、 I_w （図18）を検出する電流検出手段としての電流センサ71を図18のように設けられたコイルにより構成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、適用するアクチュエータの構成に応じてこの他種々の構成を広く適用することができる。

【0156】

さらに上述の実施の形態においては、電流センサ71（図18）により検出されたモータM-13、M-14の駆動電流 I_v 、 I_u 、 I_w （図18）に基づいて、モータM-13、M-14の出力軸106に与えられる外力によるトルク（外力トルク T_f ）を検出する外力トルク検出手段としての機能を各脚部ユニット14A、14Bのサブ制御部73Dに設けるようにした場合について述べたが、本

発明はこれに限らず、このような機能をモータM-13、M-14内の演算処理ブロック128（図19）にもたせるようにしても良い。

【0157】

さらに上述の実施の形態においては、図9のように構成された各モータM-1～M-14のモータ部90を駆動制御するモータ制御手段としての制御基板111及びパワー基板122を図17～図21のように構成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々の構成を広く適用することができる。

【0158】

【発明の効果】

上述のように本発明によれば、関節機構の制御装置において、関節機構のアクチュエータの駆動電流の電流値を検出する電流検出手段と、電流検出手段により検出された電流値に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する外力トルク検出手段とを設けるようにしたことにより、第1又は第2のリンクに与えられる外力を求めることができる。かくするにつきこの外力を直接測定するためのセンサ等の設置を省略させて、全体としての構成を簡易化させ得る関節機構の制御装置を実現できる。

【0159】

また本発明によれば、関節機構の制御方法において、関節機構を駆動するアクチュエータの駆動電流の電流値を検出する第1のステップと、検出した電流値に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する第2のステップとを設けるようにしたことにより、第1又は第2のリンクに与えられる外力を求めることができる。かくするにつきこの外力を直接測定するためのセンサ等の設置を省略させて、関節機構全体としての構成を簡易化させ得る関節機構の制御装置を実現できる。

【0160】

さらに本発明によれば、ロボット装置において、関節機構のアクチュエータの駆動電流の電流値を検出する電流検出手段と、電流検出手段により検出された電流値に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクの大き

さを検出する外力トルク検出手段とを設けるようにしたことにより、第 1 又は第 2 の構成部に与えられる外力を求めることができる。かくするにつきこの外力を直接測定するためのセンサ等の設置を省略させて、全体としての構成を簡易化させ得るロボット装置を実現できる。

【0 1 6 1】

さらに本発明によれば、ロボット装置の制御方法において、アクチュエータの駆動電流の電流値を検出する第 1 のステップと、検出した電流値に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する第 2 のステップとを設けるようにしたことにより、第 1 又は第 2 の構成部に与えられる外力を求めることができる。かくするにつき外力を直接測定するためのセンサ等の設置を省略させて、ロボット装置全体としての構成を簡易化させ得るロボット装置の制御方法を実現できる。

【0 1 6 2】

さらに本発明によれば、2 足歩行型のロボット装置において、足首関節機構に設けられ、足部を所定軸回りに回転駆動するための回転トルクを生成するアクチュエータと、アクチュエータの駆動電流の電流値を検出する電流検出手段と、電流検出手段により検出された電流値に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する外力トルク検出手段と、外力トルク検出手段の検出結果に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクがなくなるように、アクチュエータを制御する制御手段とを設けるようにしたことにより、センサ等を必要とすることなく不整地面をバランスを崩さずに歩行することができ、かくして全体としての構成を簡易化させ得るロボット装置を実現できる。

【0 1 6 3】

さらに本発明においては、2 足歩行型のロボット装置の制御方法において、足首関節機構に設けられ、足部を所定軸回りに回転駆動するための回転トルクを生成するアクチュエータの駆動電流の電流値を検出する第 1 のステップと、検出された電流値に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する第 2 のステップと、第 2 のステップの検出結果に基づいて、

アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクがなくなるように、アクチュエータを制御する第3のステップとを設けるようにしたことにより、センサ等を必要とすることなくロボット装置に不整地面をバランスを崩さずに歩行させるようにすることができ、かくして全体としての構成を簡易化させ得るロボット装置の制御方法を実現できる。

【0164】

さらに本発明においては、関節装置において、アクチュエータに回転トルクを生成するモータ部と、モータ部を駆動制御するモータ制御手段とを設け、モータ制御手段をモータ部内に配設するようにしたことにより、アクチュエータと外部との配線量を格段的に低減させることができ、かくして構成を簡易化させ得る関節装置を実現できる。

【0165】

さらに本発明においては、ロボット装置において、関節機構を駆動するアクチュエータに回転トルクを生成するモータ部と、モータ部を駆動制御するモータ制御手段とを設け、モータ制御手段をモータ部内に配設するようにしたことにより、関節機構の各アクチュエータに対する配線量を格段的に低減することができ、かくして構成を簡易化させ得るロボット装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施の形態による2足歩行型ロボットの構成を示す斜視図である。

【図2】

本実施の形態による2足歩行型ロボットの構成を示す斜視図である。

【図3】

本実施の形態による2足歩行型ロボットの構成を示す概念図である。

【図4】

それぞれ股関節機構の構成を示す正面図は及び側面図である。

【図5】

それぞれ股関節機構の構成を示す上面図及び斜視図である。

【図 6】

それぞれ足首関節機構の構成を示す側面図、正面図及び側面図である。

【図 7】

図 1 に示す 2 足歩行型ロボットの内部構成を示すブロック図である。

【図 8】

サブ制御部と各モータとの電氣的接続の様子を示すブロック図である。

【図 9】

各モータの構成を示す断面図である。

【図 1 0】

ロータ及びロータ軸磁極角度センサの構成を示す略線図である。

【図 1 1】

ロータ及びステータ鉄心の位置関係の説明に供する部分的な断面図である。

【図 1 2】

ステータ及びパワー基板の構成を示す略線図である。

【図 1 3】

トルク増幅部の構成を示す略線図である。

【図 1 4】

1 回転絶対角度センサにおける樹脂マグネットの着磁パターンの説明に供する波形図である。

【図 1 5】

第 1 及び第 2 の 1 回転絶対角度センサ信号の説明に供する波形図である。

【図 1 6】

制御基板の構成を示す略線的な平面図である。

【図 1 7】

制御基板の構成を示すブロック図である。

【図 1 8】

パワー基板の構成を示すブロック図である。

【図 1 9】

1 チップマイクロコンピュータの構成を示すブロック図である。

【図 2 0】

モータ回転制御処理モード時におけるCPUの演算処理の説明に供するブロック図である。

【図 2 1】

ロータ軸磁極回転数検出処理手順を示すブロック図である。

【図 2 2】

不整地歩行制御手順を示すフローチャートである。

【図 2 3】

従来のロボットにおける各モータとメイン制御部との接続関係を示すブロック図である。

【符号の説明】

1 0 ……ロボット、1 1 ……胴体部ユニット、1 2 ……頭部ユニット、1 3 A、1 3 B ……腕部ユニット、1 4 A、1 4 B ……脚部ユニット、4 3 ……足首関節機構、4 4 ……足部、7 0 ……メイン制御部、7 3 A～7 3 D ……サブ制御部、1 0 6 ……出力軸、1 1 1 ……制御基板、1 1 2 ……パワー基板、1 4 8 ……CPU、M-1～M 1 4 ……モータ、RT 1 ……不整地歩行制御処理手順。

【書類名】 図面

【図 1】

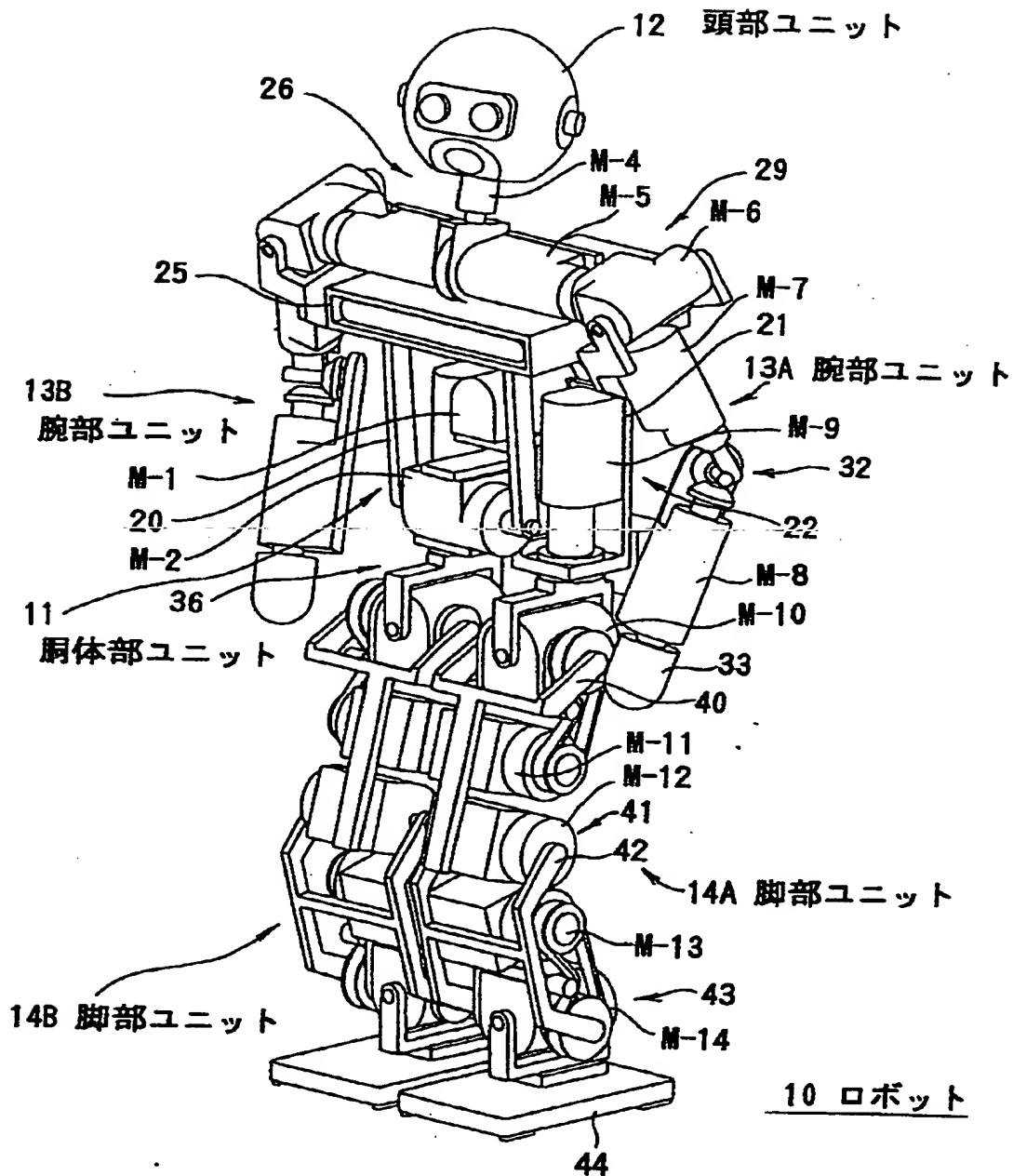


図 1 本実施の形態による 2 足歩行型ロボットの構成 (1)

【図 2】

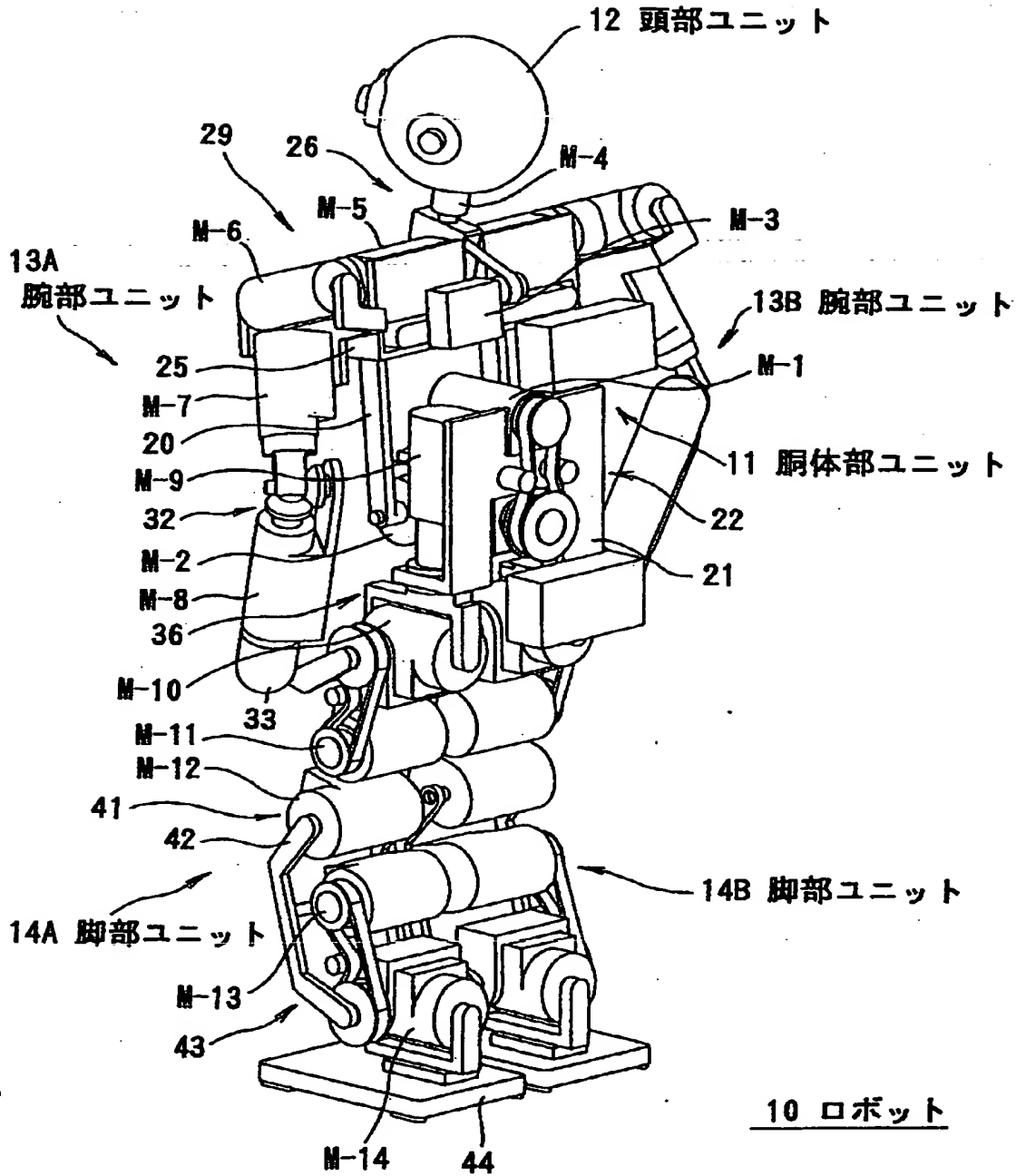


図 2 本実施の形態による 2 足歩行型ロボットの構成 (2)

【図 3】

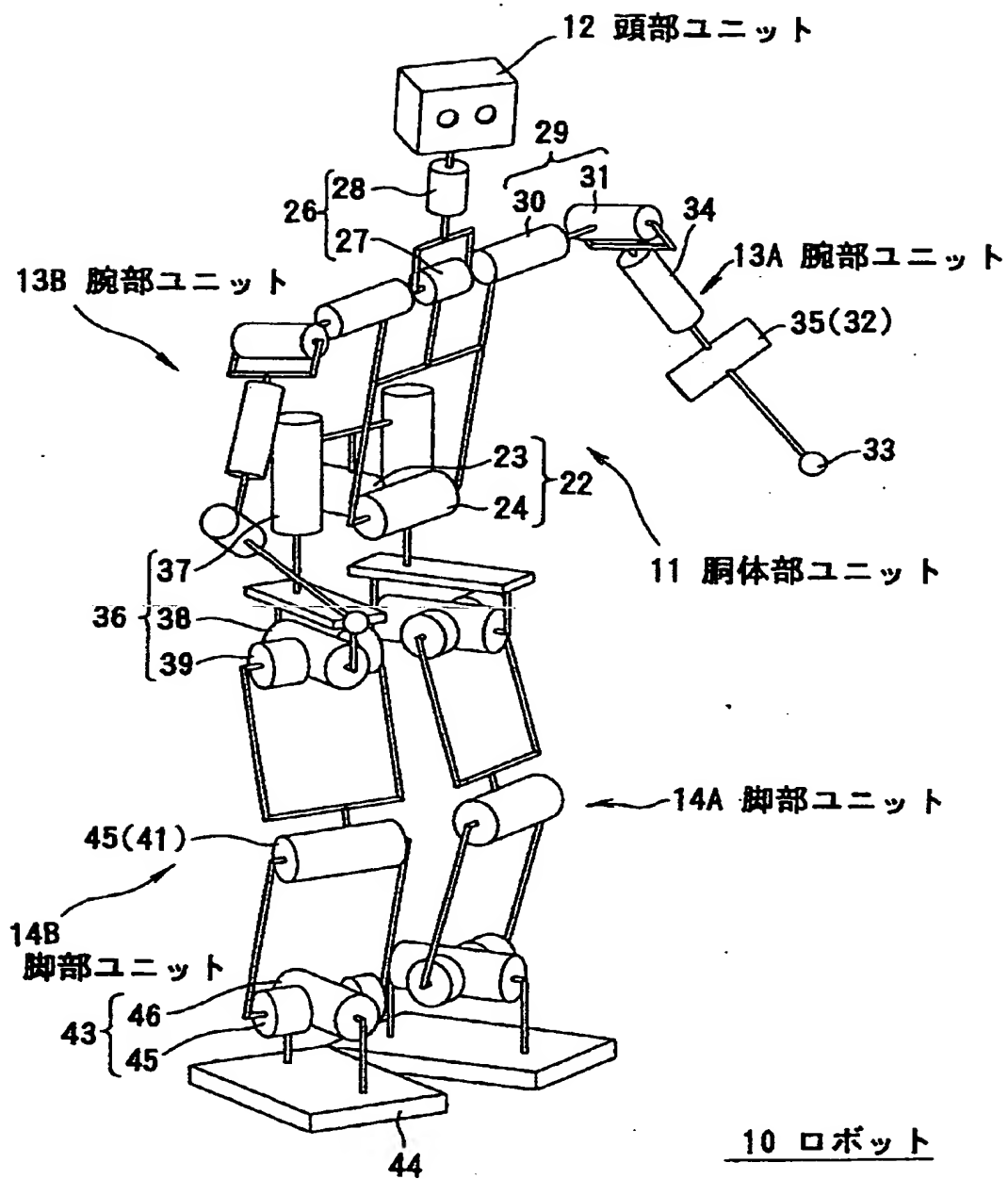


図 3 本実施の形態による 2 足歩行型ロボットの構成 (3)

【図 4】

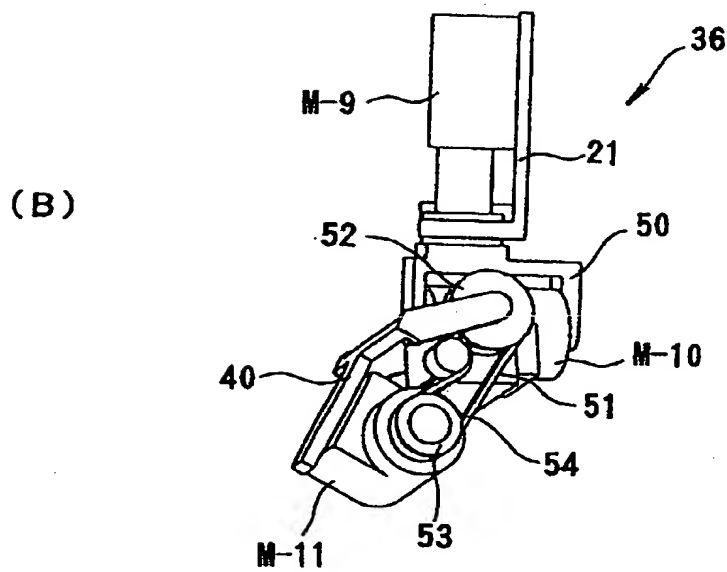
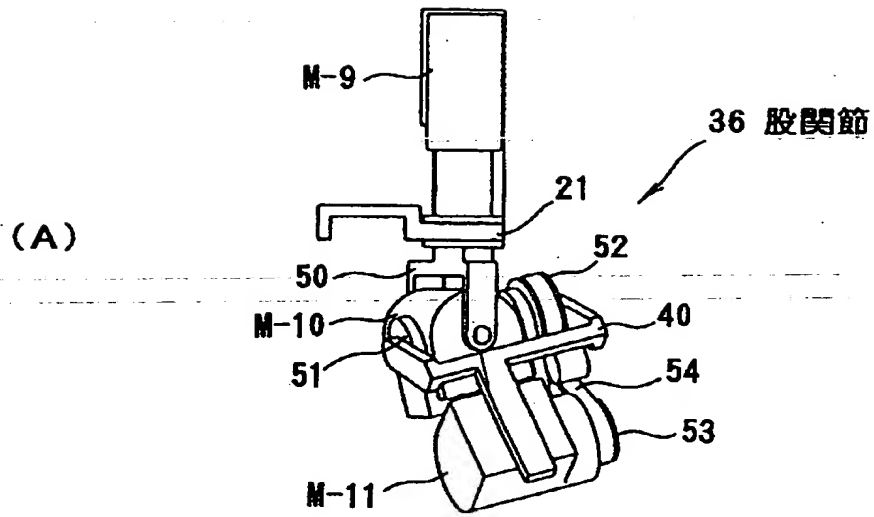


図 4 股関節機構の構成 (1)

【図 5】

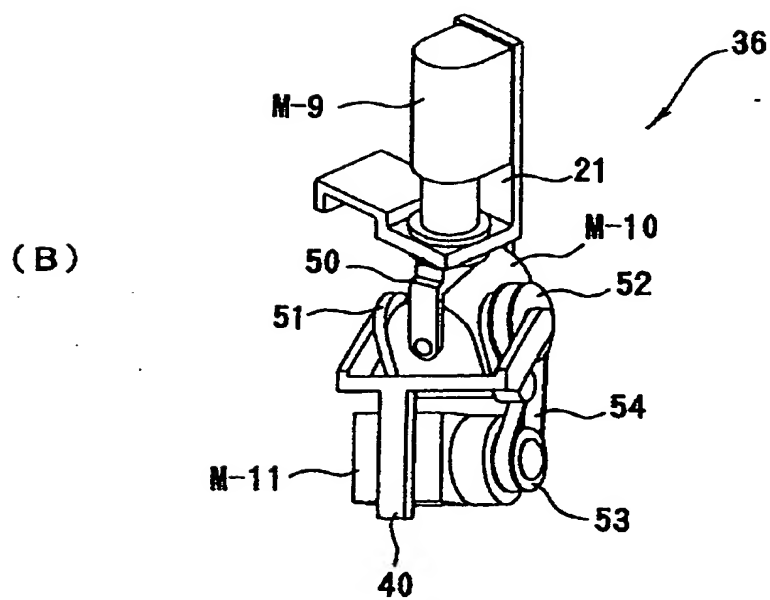
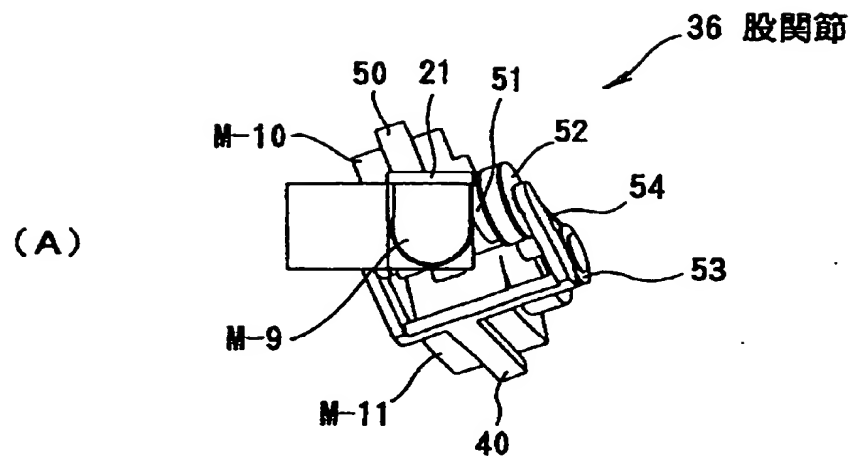


図 5 股関節機構の構成 (2)

【図 6】

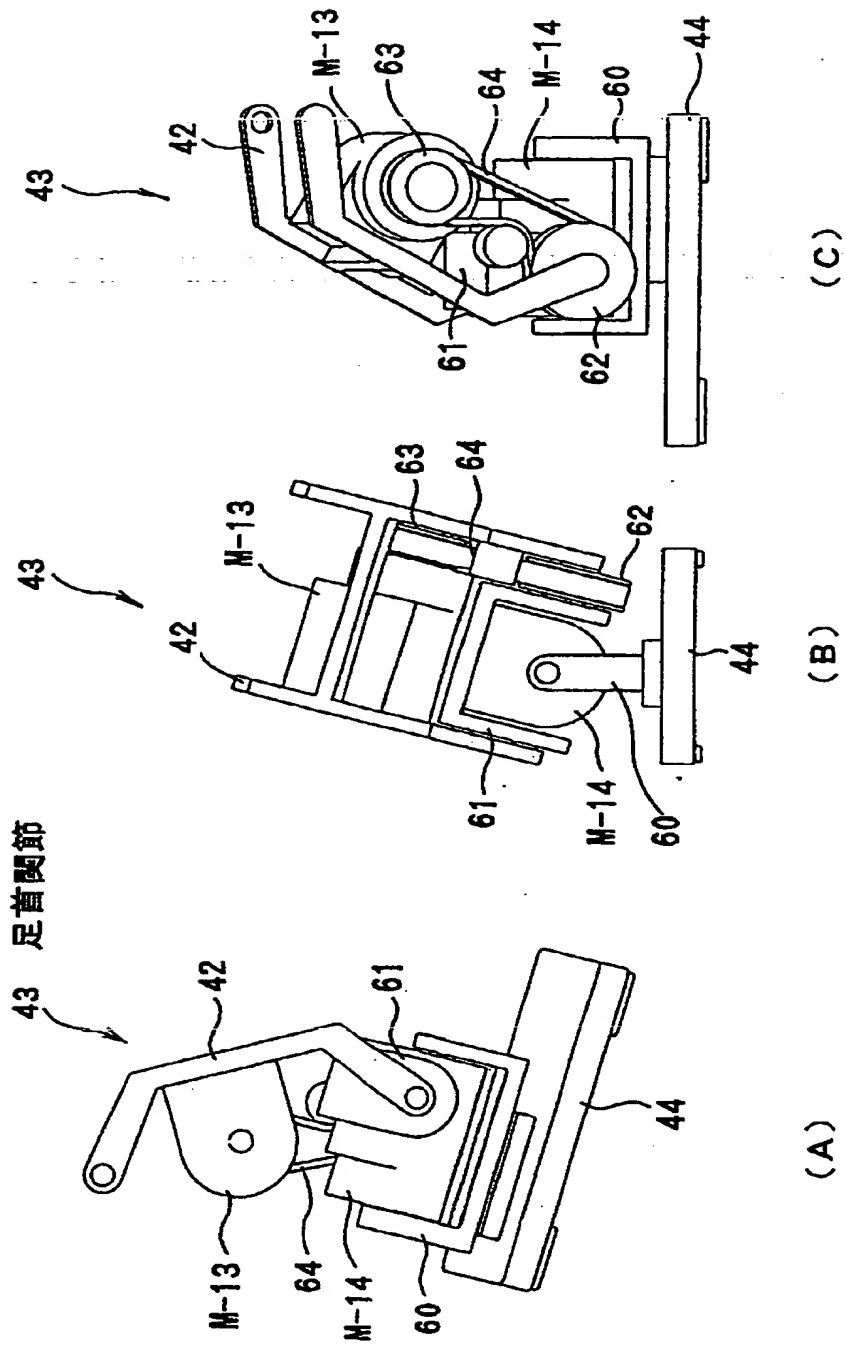


図 6 足首関節機構の構成

【図 7】

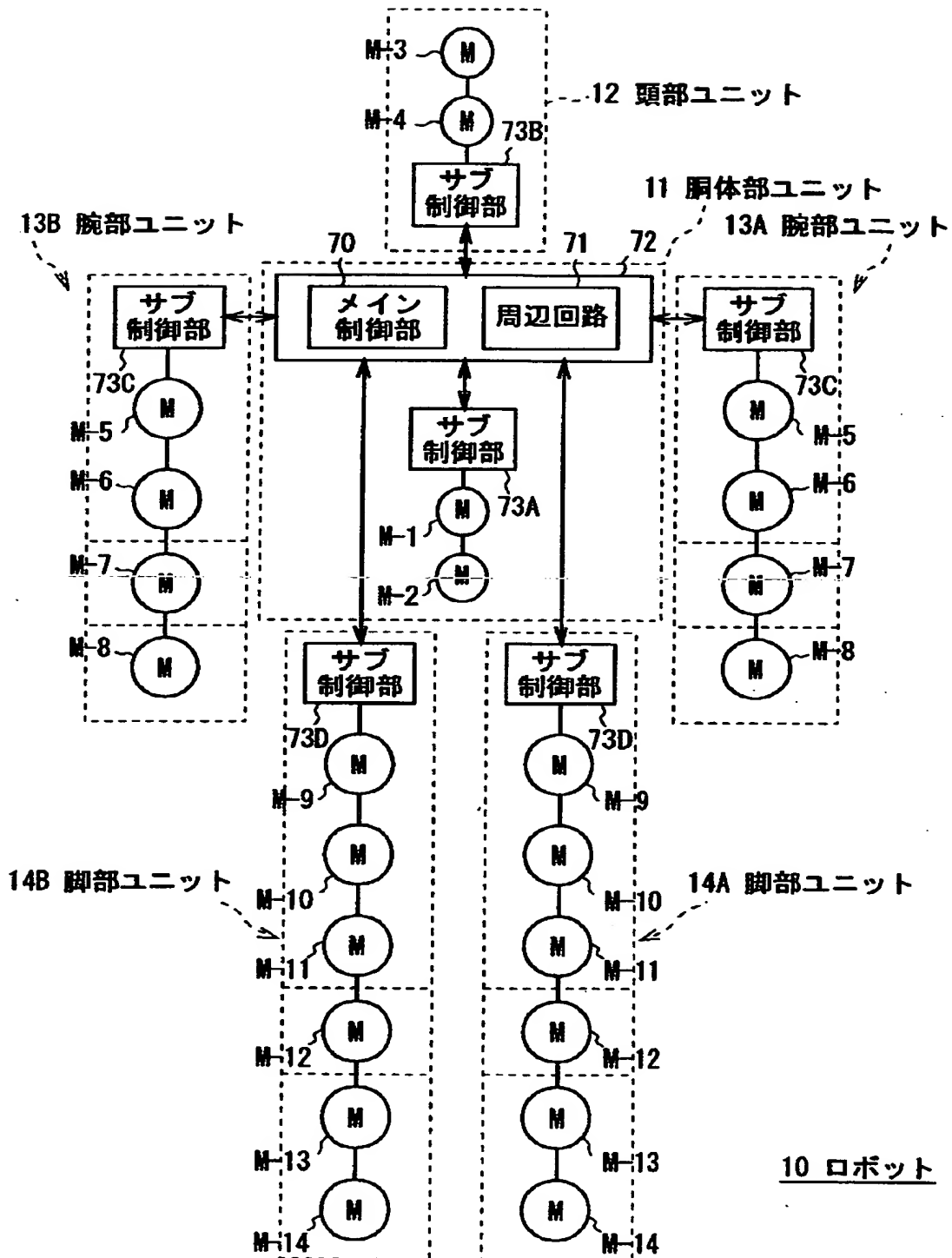


図7 ロボットの内部構成

【図 8】

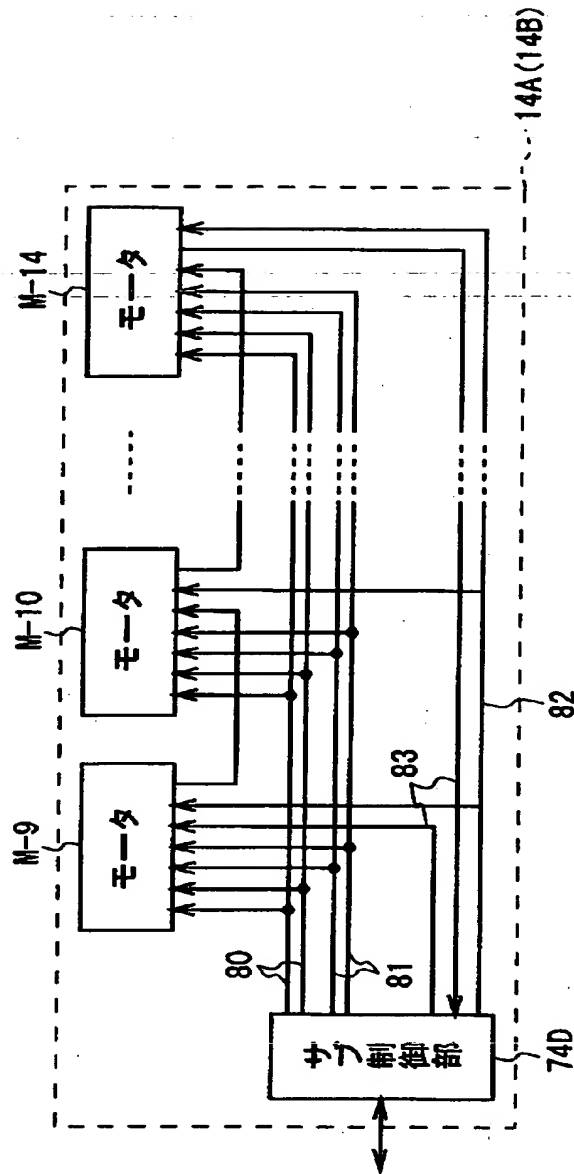


図 8 サブ制御部と各モータとの接続

【図 9】

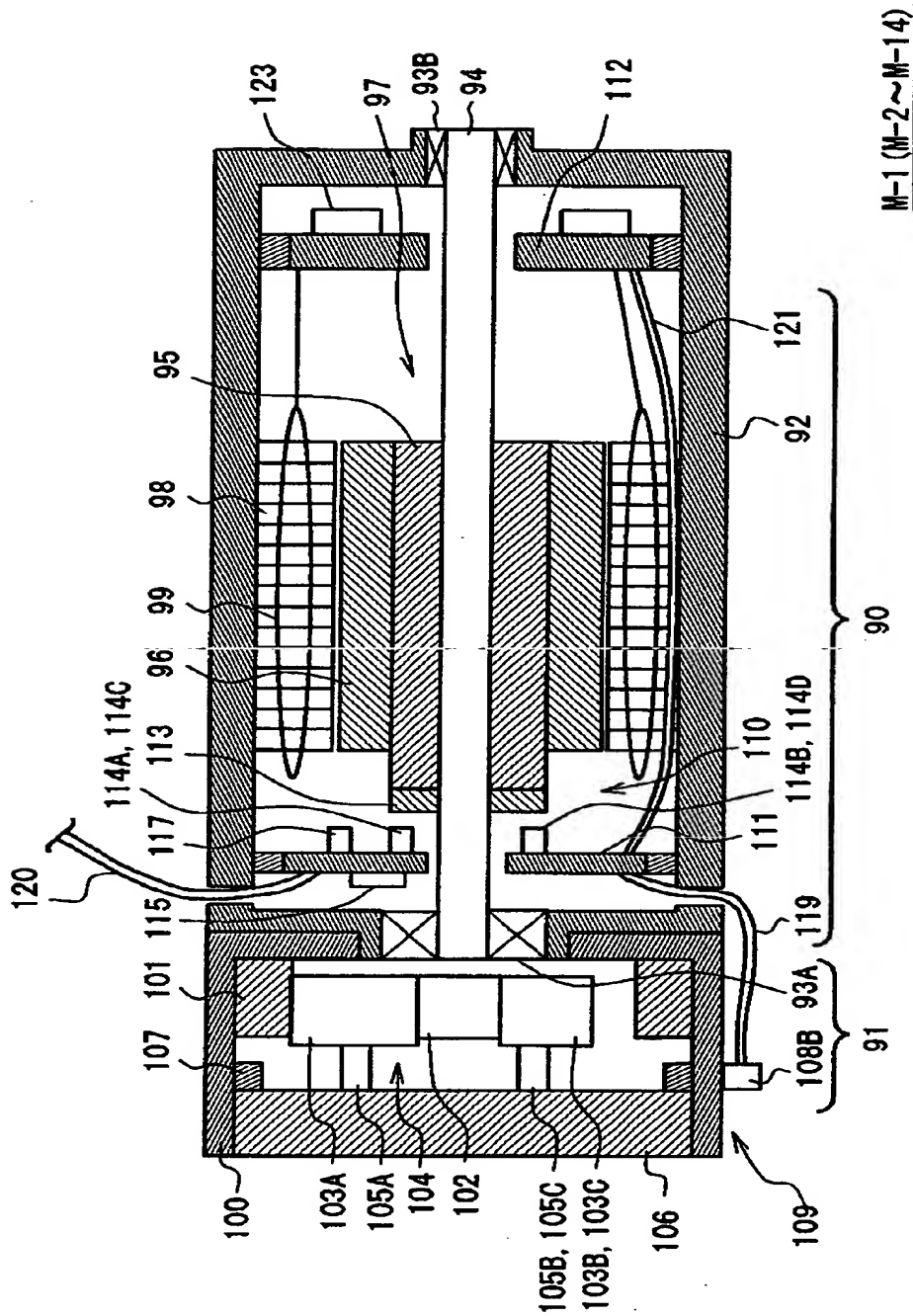


図 9 モータの構成

M-1 (M-2~M-14)

【図 1 0】

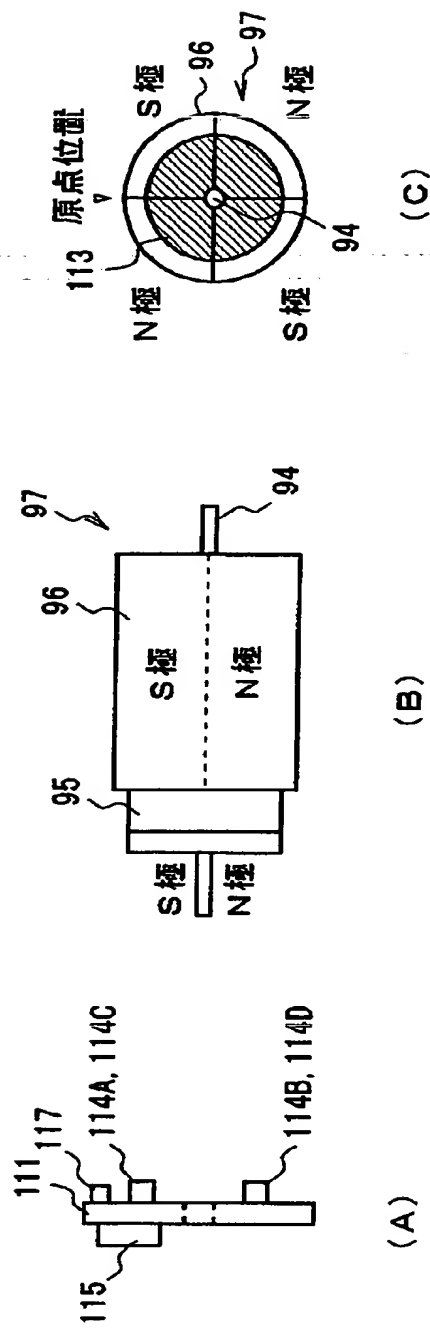


図 1 0 ロータ及びロータ軸磁極角度センサの構成

【図 1 1】

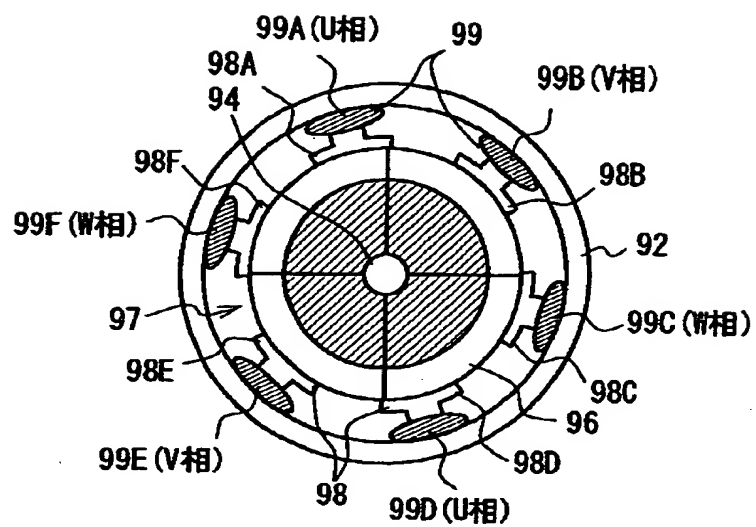


図 1 1 ロータ及びステータ鉄心の位置関係

【図 1 2】

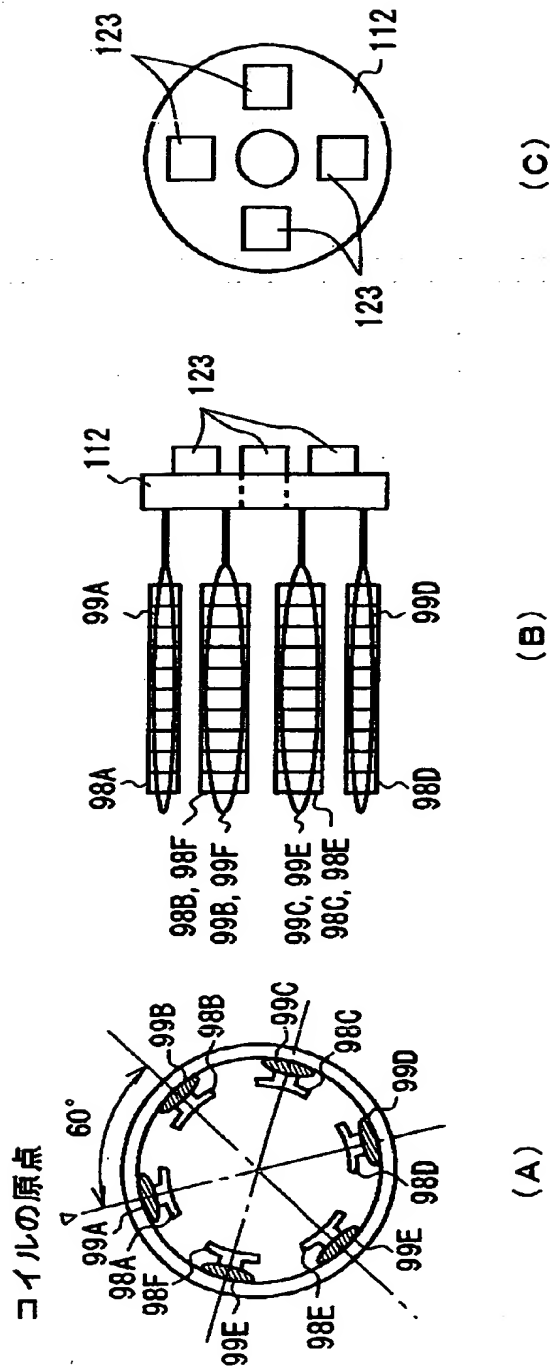


図 1 2 ステータ及びパワー基板の構成

【図 1 3】

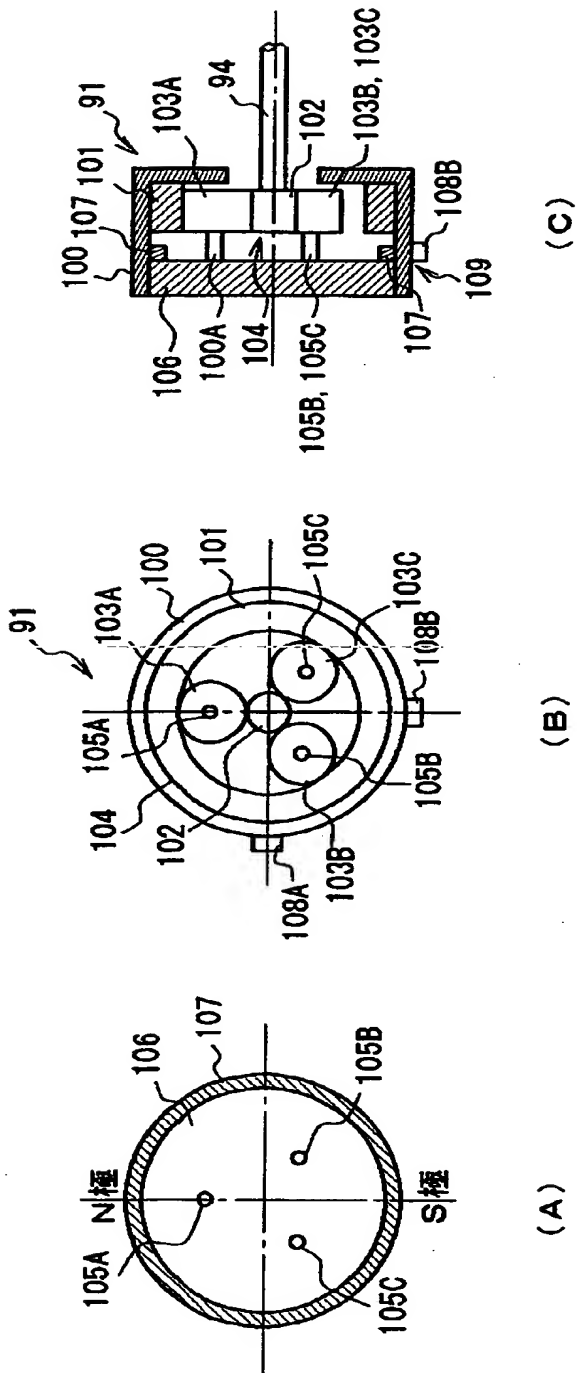


図 1 3 トルク増幅部の構成

【図 1 4】

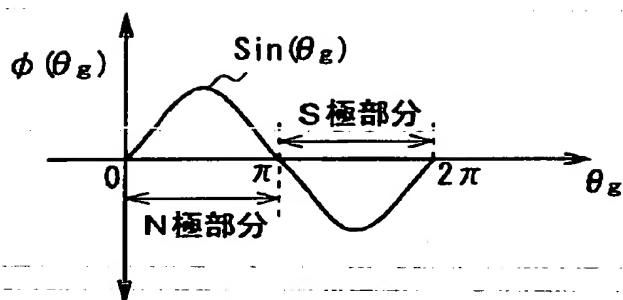


図 1 4 1 回転絶対角度センサにおける
樹脂マグネットの着磁パターン

【図 1 5】

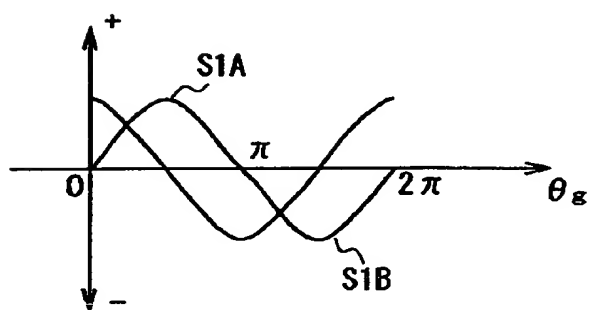


図 1 5 第 1 及び第 2 の 1 回転絶対角度センサ信号

【図 1 6】

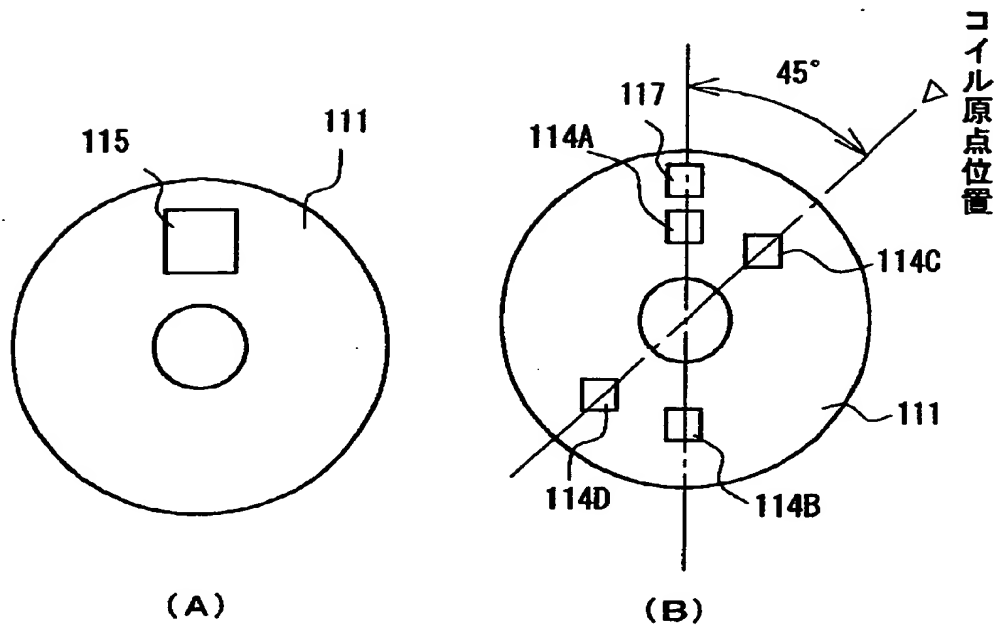


図 1 6 制御基板の構成 (1)

【図 17】

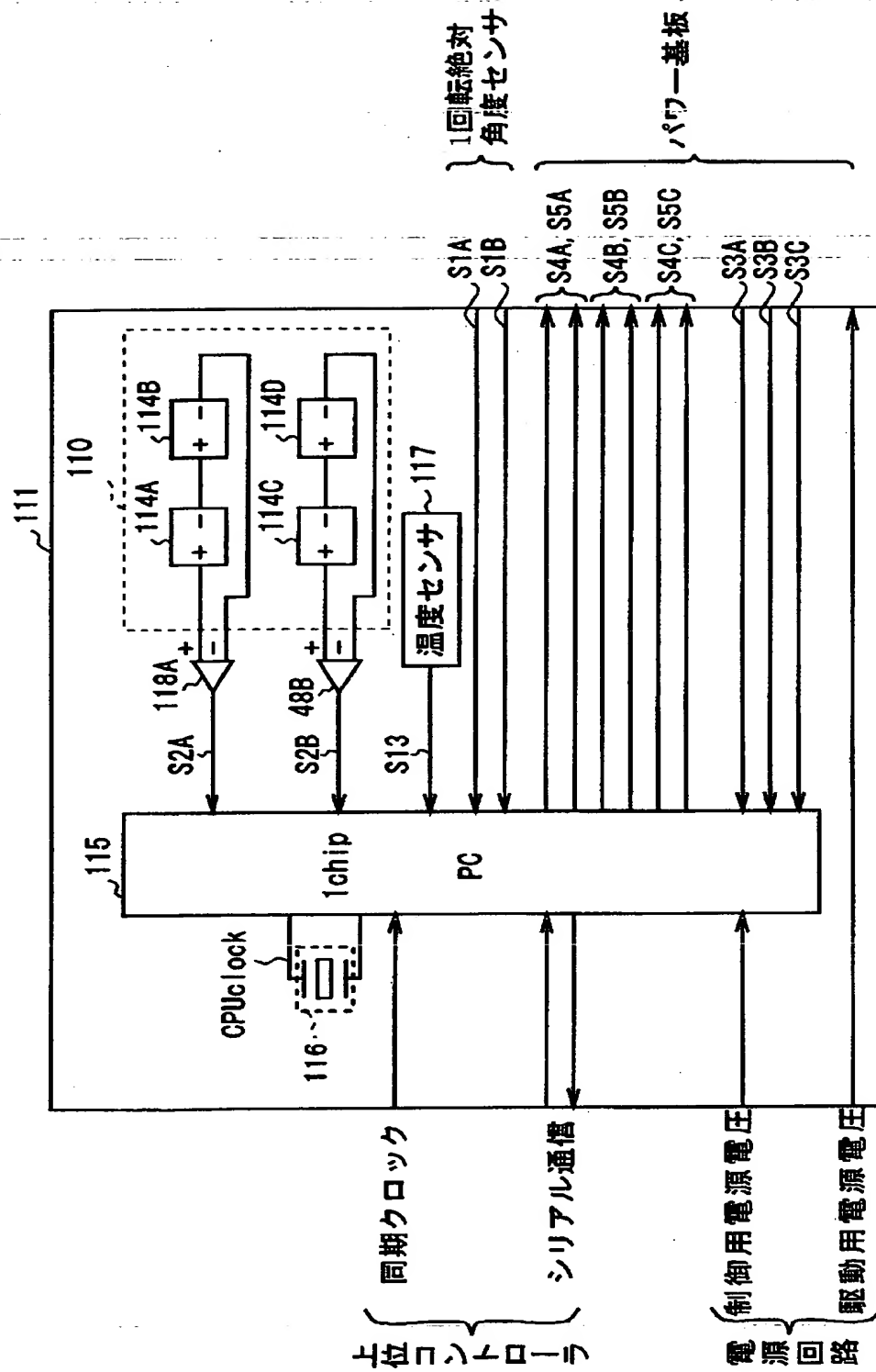


図 17 制御基板の構成 (2)

【図 18】

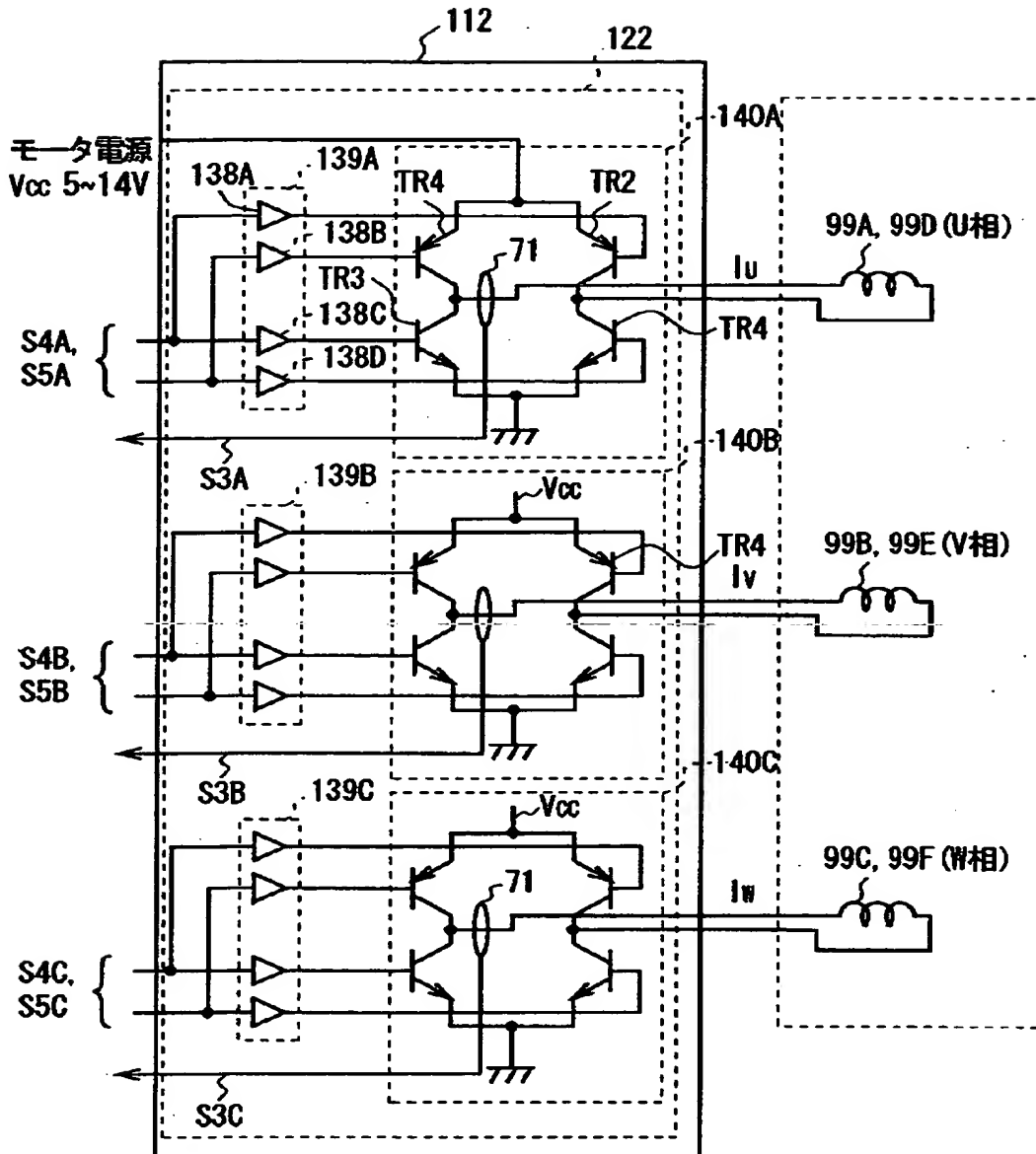


図 18 パワー基板の構成

【図 19】

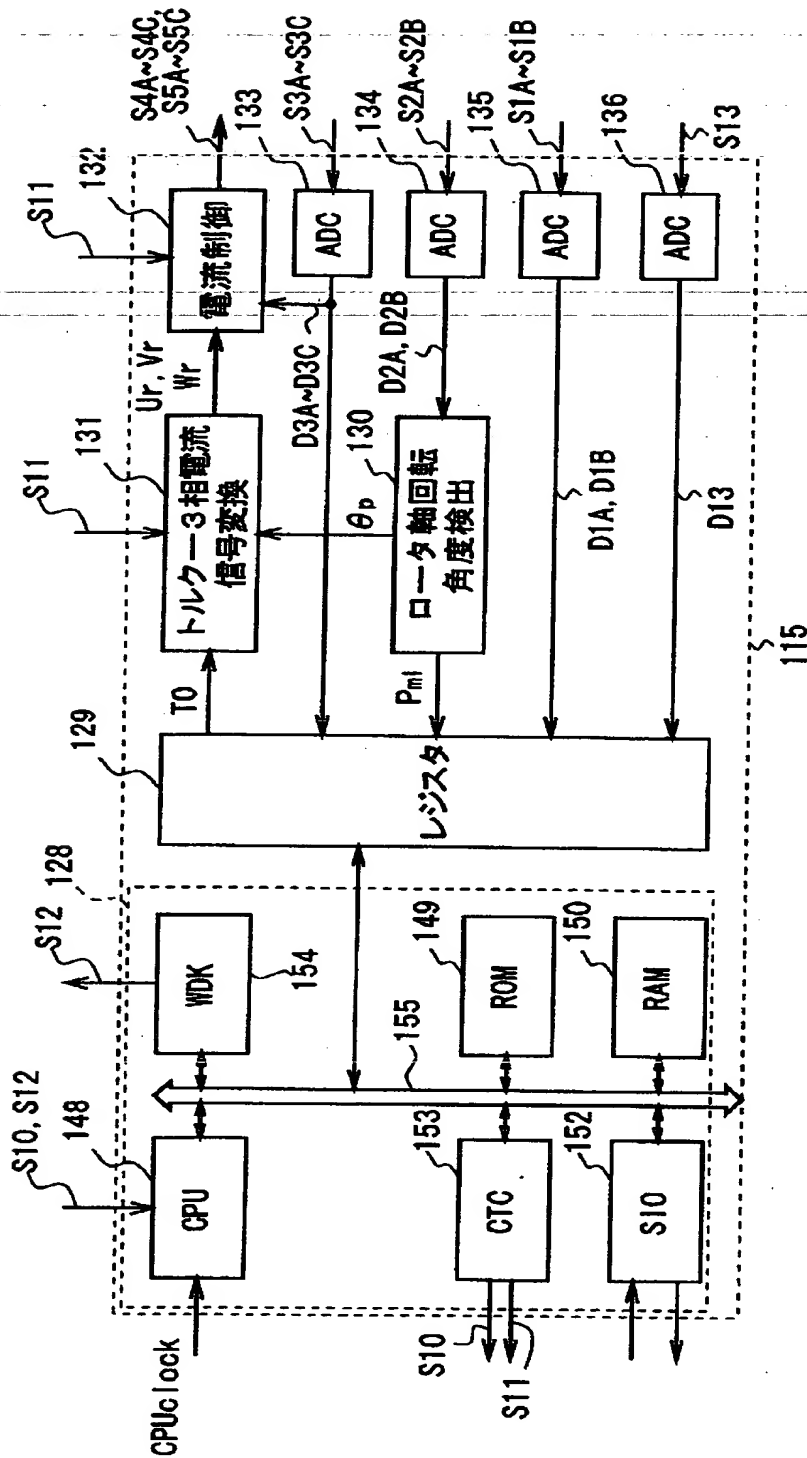


図 19 1チップマイクロコンピュータの構成

【図 2 0】

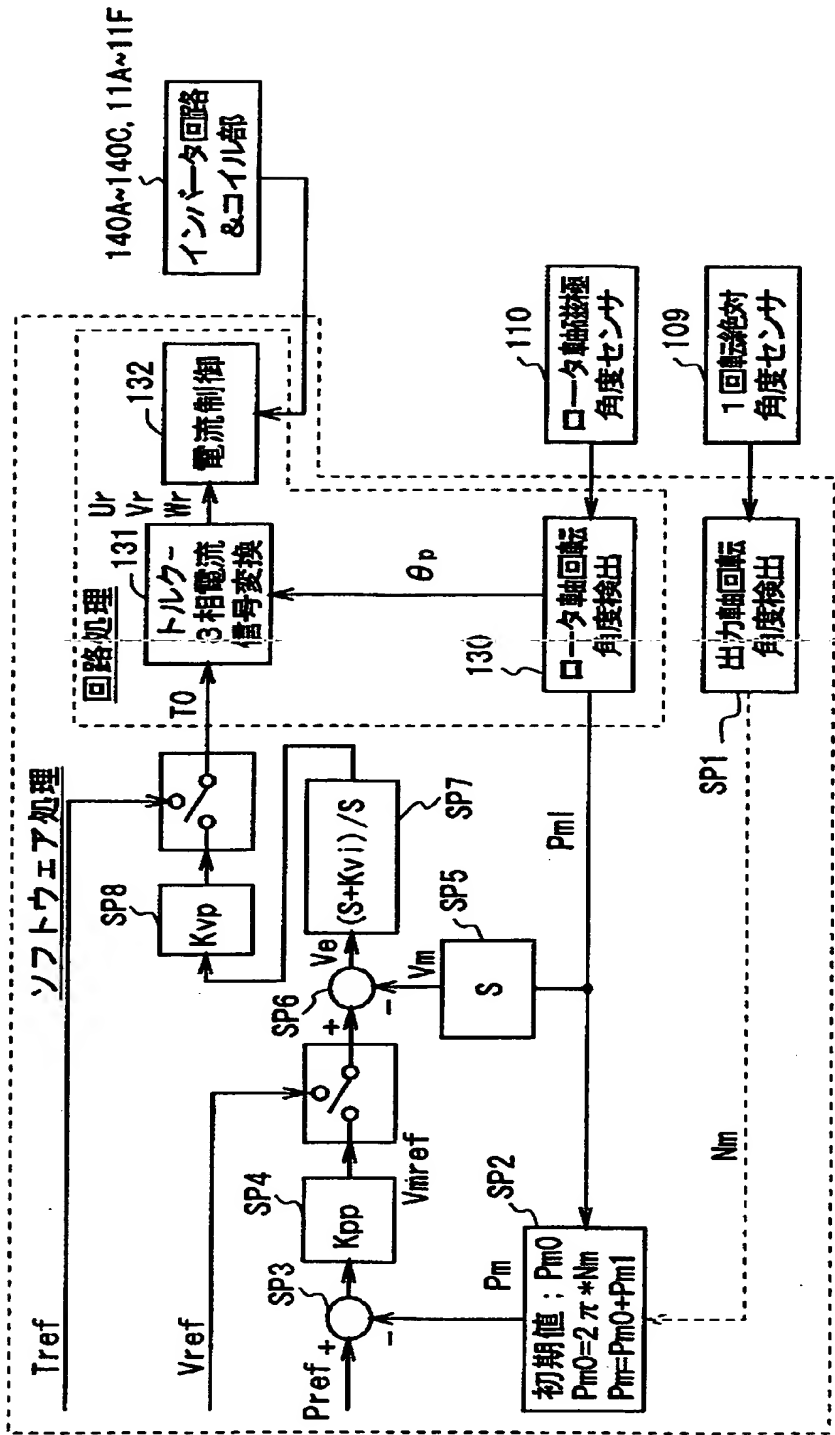


図 2 0 モータ回転制御処理モードにおけるCPUの演算処理

【図 2 1】

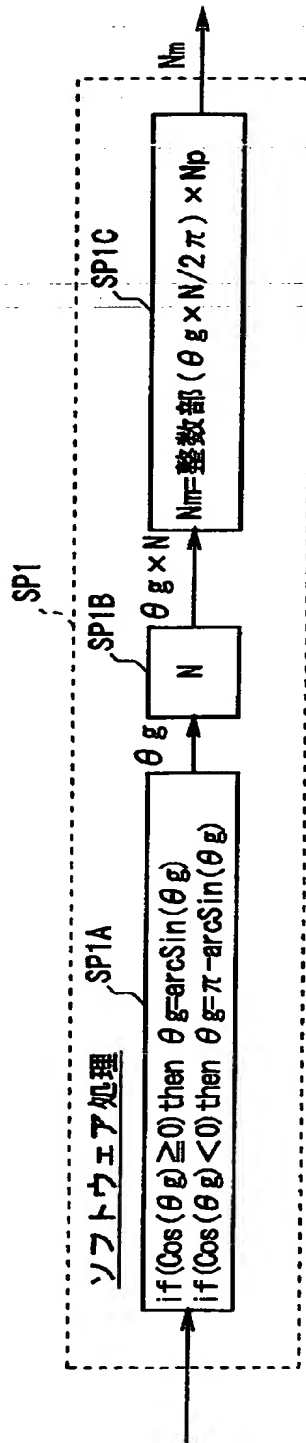


図 2 1 ロータ磁極回転数検出処理手順

【図 22】

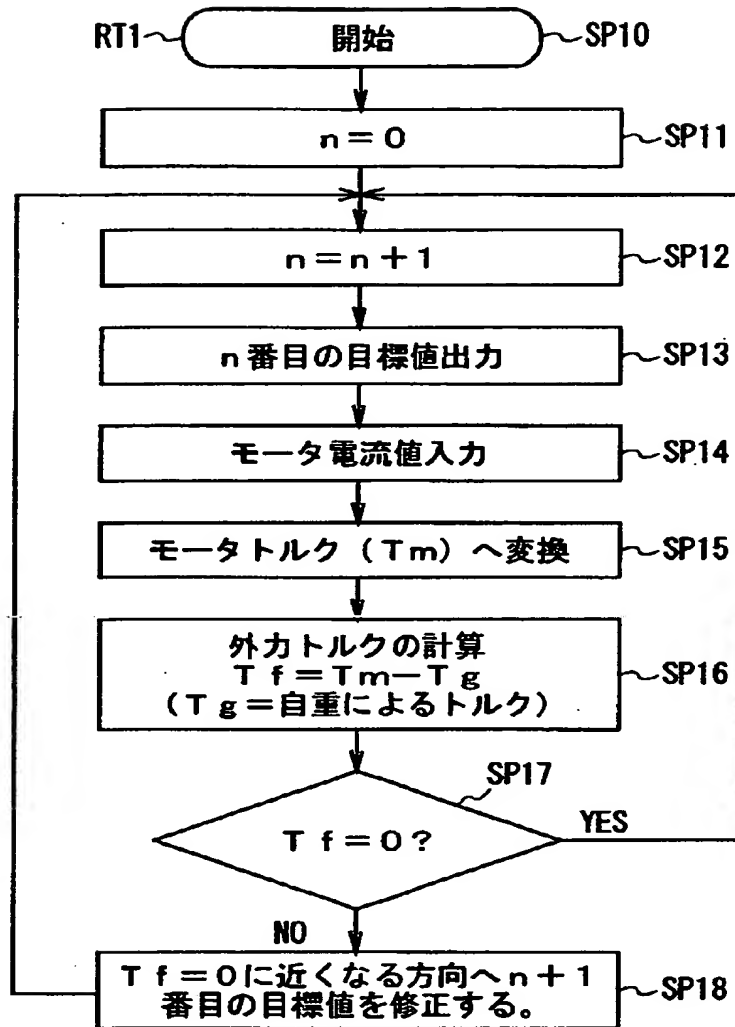


図 22 不整地歩行制御処理手順

【図 23】

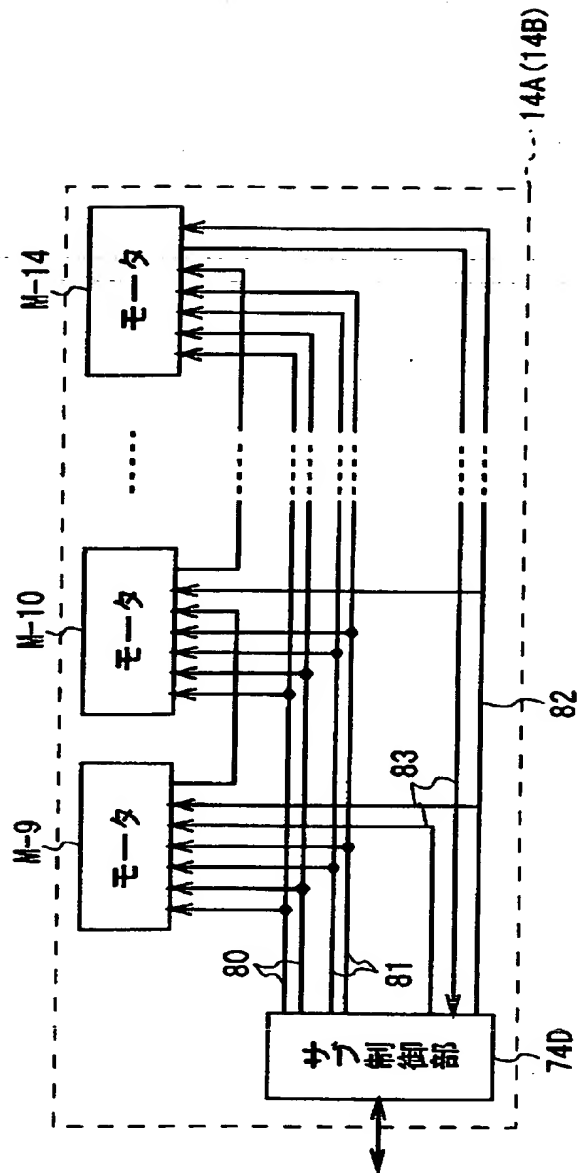


図 23 従来のロボットにおける各モータとメイン制御部との接続関係

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

関節機構やロボット装置の構成を簡易化が難かった。

【解決手段】

関節機構の制御装置及び方法並びにロボット装置及びその制御方法において、関節機構のアクチュエータに供給される駆動電流の電流値を検出する電流検出手段と、電流検出手段により検出された電流値に基づいて、アクチュエータの出力軸に与えられる外力によるトルクの大きさを検出する外力トルク検出手段とを設けるようにした。また関節装置及びロボット装置において、アクチュエータに回転トルクを生成するモータ部と、モータ部を駆動制御するモータ制御手段とを設け、モータ制御手段をモータ部内に配設するようにした。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第254880号
受付番号	59900876061
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成11年10月 4日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000002185
【住所又は居所】	東京都品川区北品川6丁目7番35号
【氏名又は名称】	ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】	100082740
【住所又は居所】	東京都渋谷区神宮前一丁目11番11-508号 グリーンフアンタジアビル5階 田辺特許事務 所
【氏名又は名称】	田辺 恵基

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002185]

- | | |
|----------|-------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月30日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都品川区北品川6丁目7番35号 |
| 氏 名 | ソニー株式会社 |